Aus der Chirurgischen Universitätsklinik zu Tübingen.

Über die Wirkung der Bestrahlung mit Quecksilberdampfquarzlampe („künstliche Höhensonne") auf das Blut.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde

in der

Medizin, Chirurgie und Geburtshilfe

Unter dem Präsidium

von

Dr. G. Perthes

o. ö. Professor der Chirurgie und Direktor der Königl. chirurgischen Universitätsklinik in Tübingen

der

Hohen medizinischen Fakultät

der Eberhard-Karls-Universität Tübingen

vorgelegt von

Karl Berner

aus Böblingen.

Tübingen 1915.

Weimar.
Druck von R. Wagner Sohn.
1915.

Aus der Chirurgischen Universitätsklinik zu Tübingen.

Über die Wirkung der Bestrahlung mit Quecksilberdampfquarzlampe („künstliche Höhensonne") auf das Blut.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde

in der

Medizin, Chirurgie und Geburtshilfe

Unter dem Präsidium

von

Dr. G. Perthes

o. ö. Professor der Chirurgie und Direktor der Königl. chirurgischen Universitätsklinik in Tübingen

der

Hohen medizinischen Fakultät

der Eberhard-Karls-Universität Tübingen

vorgelegt von

Karl Berner

aus Böblingen.

Tübingen 1915.

Weimar.
Druck von R. Wagner Sohn.
1915.

Sonderabdruck aus „Strahlentherapie“
Band V (1914), Heft 1.

Gedruckt mit Genehmigung der medizinischen Fakultät der Universität Tübingen.
Referent: Prof. Dr. G. Perthes.
Februar 1915.

Meinen lieben Eltern!

Die günstigen Erfolge, welche die Heliotherapie im Höhenklima aufzuweisen hat, waren die Veranlassung dazu, die Wirkung der Sonnenstrahlen auch im Tiefland zu therapeutischen Zwecken zu benützen. Leider bieten sich aber hier keine so günstigen Verhältnisse dafür, wie im Hochgebirge, und wenn man die Heliotherapie auch nach Möglichkeit im Tiefland durchzuführen bestrebt ist, so kann dies eben in der Ebene eigentlich nur im Sommer gründlich geschehen, während sie im Herbst und Frühjahr nur teilweise und im Winter vollends so gut wie gar nicht zur Verwendung kommen kann. Ist dies der eine und wohl der hauptsächlichste Mangel dieser Therapie im Tiefland, so kommt noch dazu, daß die klimatischen Verhältnisse des Tieflandes denen des Hochgebirges bedeutend nachstehen. Die Atmosphäre der Ebene hat einen größeren Feuchtigkeitsgehalt, wodurch die Hitze im Sommer manchmal als schwül empfunden und nicht so leicht ertragen wird, wie in der reinen trockenen Hochgebirgsluft, während die Kälte des Winters bei der geringen Intensität der Sonnenstrahlen im Tieflande viel schwieriger ausgehalten wird. Der Höhensonne steht nämlich die Tiefensonne bedeutend an Intensität nach, und zwar in allen ihren drei Qualitäten (Wärme, Licht, chemische Wirkung), was davon herrührt, daß von den Sonnenstrahlen beim Passieren der atmosphärischen Luft eine große Menge absorbiert wird. Wie schon lange bekannt ist, betrifft diese Absorption hauptsächlich die sogenannten chemischen oder ultravioletten Strahlen.

So lag denn der Gedanke nahe, daß der Verlust an eben diesen Strahlen die therapeutische Wirkung der Tiefensonne hauptsächlich herabsetzte, und man suchte deshalb einen künstlichen Ersatz dafür zu schaffen und damit den Strahlengehalt der Tiefensonne möglichst zu erhöhen. Ob aber auf künstlichem Wege ein Ersatz der Höhensonne zu erreichen ist, ist wohl nicht ohne weiteres anzunehmen und wohl berechtigt dürfte die Frage sein: Ist denn dies überhaupt möglich?

Man muß dabei vor allem daran festhalten, daß bei den Wirkungen der Höhensonne hauptsächlich zwei Faktoren eine wirksame Rolle spielen: Das Höhenklima (ohne Sonne) und die Sonnenstrahlung.

Bekanntlich hat Rollier, der Begründer der Heliotherapie im Hochgebirge, ganz glänzende Resultate damit erzielt. Schwer kachektische Personen, schwere Fälle von Tuberkulose usw. zeigten nach der Behandlung häufig Heilung, zum mindesten aber eine wesentliche Hebung des Allgemeinbefindens, eine bedeutende Gewichtszunahme und oft ein geradezu blühendes Aussehen. Daß diese günstige Wirkung nicht nur in einer lokalen Besserung, z. B. Heilung einer tuberkulösen Fistel, beruht, sondern daß durch diese Therapie der ganze Organismus beeinflußt wird und zwar in günstigem Sinne, zeigen uns vor allem die Untersuchungen über die Wirkung des Höhenklimas aufs Blut.

Das Verdienst, zuerst das wissenschaftliche Interesse nach dieser Richtung gelenkt zu haben, gebührt zwei Franzosen, Bert (1882) und Viault (1889).

Sie wiesen an Tierexperimenten nach, daß der Aufenthalt im Hochgebirge eine Vermehrung der Erythrozyten und des Hämoglobins zur Folge hat.

Seit dieser Zeit findet sich eine Unmenge Literatur vor, die über den Einfluß des Höhenklimas auf Tier und Mensch handelt. Die vielen Resultate, zu denen man dabei gelangte, stehen jedoch in großem Widerspruch zu einander. An diesen Differenzen war vor allem, wie man auch damals schon erkannte, die mangelhafte Methodik schuld. Sie zu verbessern, war zunächst die Hauptaufgabe, auf deren Ausführung ich jedoch erst später eingehen möchte.

Aus oben angeführtem Grunde verzichte ich darauf, diese sich oft widersprechenden Blutuntersuchungen näher anzuführen, lege jedoch um so größeren Wert auf die neuesten und dank der nunmehr ziemlich vollkommenen Methodik genauesten und einwandfreien Resultate von K. Bürker über die Wirkung des Höhenklimas aufs Blut.

Bürker gebrauchte zu seinen Bestimmungen die von ihm selbst zu einer großen Vollkommenheit ausgearbeiteten Methoden, wie sie bis jetzt bei Versuchen im Hochgebirge noch nicht zur Anwendung gelangten. Außerdem führte er seine Untersuchungen an Menschen unter Berücksichtigung sämtlicher in Betracht kommender Nebenwirkungen, wie meteorologische Verhältnisse, elektrische Potentialschwankungen, Temperatur usw. aufs genaueste durch.

Er gelangte so zu folgenden Resultaten;

Es zeigt sich, daß die Zahl der roten Blutkörperchen bei allen Versuchspersonen im Anschluß an den Übergang von Tübingen nach der

Schatzalp (Höhendifferenz 1600 Meter) zugenommen hat, und zwar sofort. Bei der Rückkehr nach Tübingen ging die Zahl bei allen Versuchspersonen wieder herunter. Die Stärke der Reaktion war jedoch nicht so groß, als bisher angegeben wurde. Am stärksten hatte dabei die Versuchsperson mit der niedrigsten Blutkörperchenzahl reagiert.

Was die Nachwirkung betrifft, so fand sich, daß einen Monat nach der Ankunft in Tübingen die jetzigen Werte die Ausgangswerte bedeutend überstiegen.

Auch die Hämoglobinreaktion war geringer, als sie nach den bisherigen Angaben zu erwarten war. Die Versuchsperson mit dem geringsten Hämoglobingehalt reagierte am stärksten, die mit dem größten am wenigsten. Dabei war die Zunahme des Hämoglobingehalts auf der Schatzalp in den ersten Tagen des Aufenthalts daselbst von einer Abnahme gefolgt, worauf sich erst ein definitives, fast stetiges Ansteigen einstellte.

Die Nachwirkung war dieselbe wie bei den roten Blutkörperchen. Unmittelbar nach der Rückkehr ins Tiefland sank der Hämoglobingehalt wieder deutlich bei allen Versuchspersonen, aber viel weniger als er beim Übergang zur Schatzalp gestiegen war, und zeigte einen Monat später ohne Ausnahme höhere Werte als die Ausgangswerte und fast gleich hohe Werte wie im Hochgebirge.

Der mittlere Hämoglobingehalt eines Erythrozyten wurde durch den Höhenwechsel auch beeinflußt, sei es vorübergend oder auf längere Zeit, und in letzterem Falle ebenfalls in steigendem Grade.

Die Leukozytenzählung konnte Bürker aus Mangel an Zeit nicht durchführen, ebenso nicht deren Differenzierung.

Auch in der Literatur, so reich sie an Mitteilungen über das Verhalten der Erythrozyten und Hämoglobin ist, fehlen die Angaben über die Leukozyten fast gänzlich.

Römisch sah in Arosa meist eine Vermehrung, dann eine Abnahme der Leukozytenwerte. Er bemerkt jedoch selbst dazu, daß er auf diese Resultate keinen zu großen Wert legen möchte.

Stäubli machte Beobachtungen an seinen Patienten und an Normalen über die Veränderungen des Blutbildes im Hochgebirge und konstatiert ebenfalls:

„Die zunehmende Vermehrung der roten Blutkörperchen und die Zunahme des Hämoglobins, sowie der Gesamtblutmenge, mit der Erhebung über Meer ist eine feststehende Tatsache.“

Was die Leukozyten betrifft, so fand er außerordentlich häufig niedere, ja subnormale Leukozytenwerte und kommt im Vergleich zu Römisch zu dem Schluß:

„Im Hochgebirge tritt keine neutrophile Hyperleukozytose ein, viel-

mehr ist eine Tendenz zur Erniedrigung der Leukozytenwerte, und zwar zu absoluter Verminderung der neutrophilen, und eine Vermehrung der mononukleären Formen zu konstatieren.

Demnach wirkt das Hochgebirge in verschiedener Weise auf die Erythro- und Leukopoese."

Zu diesen eben angeführten Resultaten über die Blutveränderungen im Hochgebirge ist bemerkenswert, daß sich die Versuchspersonen nicht besonders den Sonnenstrahlen aussetzten, sich aber auch der Strahlenwirkung nicht gerade entzogen.

Neuerdings berichtet Bardenheuer, der in Leysin seine Blutuntersuchungen an mit Sonne bestrahlten Patienten machte, die Sonne wirke blutbildend durch Bildung besonders der roten Blutkörperchen und des Hämoglobins.

Über den Einfluß der Sonne auf die Leukozyten fand er, daß mit fortschreitender Besonnung die polynukleären Leukozyten abnehmen und die Lymphozyten zu. Es handelt sich also bei allen diesen Untersuchungen um die Wirkung von Höhenklima und Höhensonne, denn gerade die Sonnenstrahlung ist einer der auffälligsten und dem Laien wohl besonders imponierender Faktor des Hochgebirges. Von allen übrigen in Betracht kommenden Ursachen, wie Temperatur, elektrische Spannung, Witterung usw. ist es nachgewiesen, daß sie so gut wie keinen Einfluß aufs Blut besitzen.

Es wäre demnach zu unterscheiden: Was ist reine Wirkung des Höhenklimas, d. h. der bloßen Luftdruckverminderung, und was ist reine Wirkung der Sonnenstrahlen?

Sichere Resultate liegen darüber bis heute nicht vor, es findet sich nur hier und da eine Vermutung darüber ausgesprochen. Im Hochgebirge dürfte es übrigens auch schwer sein, beim Menschen diese beiden Faktoren exakt voneinander zu trennen, besonders in ihrer Wirkung aufs Blutbild.

Da es sich aber in dieser Arbeit darum handelt, zu erfahren, wie die „künstliche Höhensonne", d. h. die reine Strahlung aufs Blutbild einwirkt, so ist vor allem nötig, bei den oben erwähnten Resultaten im Hochgebirge Wirkung der Luftdrucksenkung und Wirkung der Sonnenstrahlen zu trennen, um so einen Vergleich zu erhalten zwischen natürlicher und „künstlicher Höhensonne".

Zu diesem Zweck führe ich als Beispiele reiner Wirkung von Luftdruckverminderung folgende Untersuchungen an:

Schauman und Rosenquist stellten eine Luftverdünnung von 450 bis 480 mm Hg (entspricht etwa einer Höhe von 4000 Meter) her und fanden eine erhebliche Steigerung der Erythrozyten und des Hämoglobins.

Kuhn (1907) fand bei Versuchen mit der Lungensaugmaske eine Vermehrung der roten und weißen Blutkörperchen und eine geringere des Hämoglobins. Diese Erscheinungen gingen um so langsamer zurück, je länger die Maske angewandt wurde.

Daß dabei das wesentliche Moment nicht die Luftdrucksenkung im allgemeinen, sondern die Herabsetzung des Sauerstoffpartialdrucks ist, bewies J. Sellier. Er hielt seine Versuchstiere bei gewöhnlichem Barometerdruck, aber sauerstoff-ärmerer Luft, d. h. bei künstlich herabgesetztem Sauerstoffpartialdruck, und erzielte das gleiche Resultat: Beträchtliche Vermehrung der roten Blutkörperchen.

A. von Koranyi beobachtete bei Herzfehlern und auch im Hochgebirge erhöhte Erythrozytenzahlen, die jedoch bei künstlicher Sauerstoffatmung rasch zurückgingen und bei Atmung gewöhnlicher Luft sich wieder herstellten.

Aus diesen Resultaten geht hervor, daß wohl das Hauptmoment für die Vermehrung der Erythrozyten und des Hämoglobins im Hochgebirge die Luftdruckverminderung, resp. die dadurch bedingte Herabsetzung des Sauerstoffpartialdrucks ist. Damit dabei der Organismus trotzdem genügend Sauerstoff bekommt, reagiert er darauf mit einer Vergrößerung der sauerstoffübertragenden Oberfläche.

Was den Einfluß der reinen Strahlung aufs Blut betrifft, so fragt es sich, ob dieselbe die gleiche Wirkung ausübt, also die Wirkung der Luftverdünnung unterstützt, oder ob sie das Gegenteil bewirkt oder überhaupt keinen Einfluß aufs Blut hat.

Bis jetzt weiß die Physiologie darüber nur sehr wenig Exaktes zu berichten, wenn auch manche Beobachtungen dafür sprechen, daß das Licht die Verbrennungsprozesse anregt.

Vierordt, Quincke, Hertel und neuerdings Bering fanden, daß das Licht die Oxydationskraft der lebenden tierischen Gewebszelle in hohem Maße zu steigern vermag und zwar durch eine Veränderung der lipoiden Substanzen, wodurch neue fermentative Prozesse beeinflußt werden (Aschoff, Handbuch der allgemeinen Pathologie). Je größer diese Oxydationskraft der Gewebszelle ist, um so leichter wird dem Hämoglobin der Erythrozyten der Sauerstoff entzogen. Folglich übt das Licht eine reduzierende Wirkung auf das Hämoglobin aus und eine oxydierende auf die Gewebszelle.

Was die quantitative Änderung des Blutes bei Lichteinfluß betrifft, so liegen darüber bis jetzt nur Resultate über Experimente an Tieren vor.

Zuntz teilt als einer der ersten folgendes mit: Intensives Licht er-

weise sich als ein Reiz, der die Zahl der roten Blutkörperchen momentan zum Steigen bringt.

Im Gegensatz zu ihm berichtet K. A. Hasselbalch, daß Lichtstrahlen, besonders unter 310 μμ Wellenlänge, die roten Blutkörperchen zur Auflösung bringen.

Marti berichtet in seinem Vortrag auf dem Kongreß für innere Medizin 1897, daß intensive und andauernde Bestrahlung die Bildung der Erythrozyten und in geringem Grade auch die des Blutfarbstoffs anrege. Seine Versuche machte er an Ratten, die er 16 Tage lang in völliger Dunkelheit hielt und dabei eine Verminderung der roten Blutkörperchen erzielte. Darauf bestrahlte er sie 14 Tage lang intensiv, indem er sie tagsüber dem Sonnenlicht aussetzte und nachts das Licht elektrischer Bogenlampen auf sie wirken ließ.

Auch die Blutuntersuchungen im Hochgebirge geben einige Anhaltspunkte über reine Lichtwirkung.

C. F. Mayer machte seine Untersuchungen an Kaninchen und Ratten. Er brachte dieselben von Basel nach Davos und hielt dort die einen im Dunkeln, die anderen in einem dem Sonnenlicht zugänglichen Raum. Die Folge war, daß die Vermehrung der roten Blutkörperchen auch zustande kam, wenn der Einfluß des Lichtes ausgeschaltet war. Die stärkere Insolation des Hochgebirges hat jedenfalls keinen wesentlichen Anteil an der Blutregeneration. Ein geringer Einfluß war vielleicht zu konstatieren, indem die Dunkeltiere das Maximum der Blutvermehrung langsamer erreichten; jedenfalls aber steht die Lichtwirkung hinter der sicher nachgewiesenen Wirkung der Luftdrucksenkung aufs Blut wesentlich zurück.

Auch Bürker bestätigt, daß das Licht im Hochgebirge für die Veränderungen an Erythrozyten und Hämoglobin wohl nicht verantwortlich gemacht werden könne. Denn in der 3. Woche des Aufenthaltes auf der Schatzalp war die Sonnenscheindauer am kürzesten und die Sonnenstrahlung am schwächsten, und doch erfuhren die Erythrozytenzahlen und Hämoglobinwerte keine eindeutigen Veränderungen gegenüber denen der vorhergehenden und folgenden Woche.

Wie Bürker ferner mitteilt, fand der Arzt der Nansenschen Polarexpedition auf der Fram, daß in der Polarnacht sich die Zahl der Blutkörperchen nicht vermindert, sondern vermehrt hatte.

Vergleicht man die hier über die Lichtwirkung angeführten Resultate, so stehen sich eigentlich die älteren und die neueren gerade gegenüber. Will man aber mit Rücksicht auf die verbesserte Methodik den neueren mehr Gewicht beilegen, so kommt man zu dem Schluß, daß das Licht im Hochgebirge nur einen sehr geringen, vielleicht sogar gar keinen

Einfluß aufs Blut hat, wobei jedoch zu berücksichtigen ist, daß alle diese Resultate sich nur auf Erythrozyten und Hämoglobin beziehen. Vielleicht beruhen die älteren Resultate, die in einer Vermehrung der roten Blutkörperchen und des Hämoglobins bestanden, darauf, daß dabei intensivere und auch künstliche Bestrahlung verwandt wurde; denn, wie wir gesehen haben, benützte Marti nachts das elektrische Bogenlicht, das er infolge seines hohen Gehaltes an ultravioletten Strahlen als besten Ersatz für die Sonne hielt.

Ob diesen ultravioletten Strahlen jedoch überhaupt eine Wirkung aufs Blut zugeschrieben werden darf, sei noch dahingestellt; denn, wenn dies der Fall ist, so müssen sie doch irgendwie ans Blut gelangen können, um es zu beeinflussen.

Über die Art und Weise der Penetrationsfähigkeit der einzelnen Lichtstrahlen erfährt man aus Mitteilungen des Finsenschen Lichtinstituts sowie von Freund in Wien und Busk folgendes:

Die Penetrationsfähigkeit der einzelnen Spektralfarben ist umgekehrt proportional ihrer Wirksamkeit in entzündungserregender Weise, d. h. die wirksamsten Strahlen des blauen Endes des Spektrums haben nur eine geringe Penetrationskraft, während die langwelligen Strahlen eine viel höhere besitzen. Genauer ist darüber folgendes bekannt:

Die äußeren kurzwelligen ultravioletten Strahlen werden schon durch die Epidermis absorbiert, können also überhaupt nicht ins Blut gelangen. Jansen bestätigte dies, indem er nachwies, daß diese Strahlen, wenn sie eine 0,8 mm dicke, blutleere Hautschicht passieren mußten, wirkungslos waren.

Die inneren langwelligen ultravioletten Strahlen, sowie die blauvioletten, erreichen das Kapillarnetz des Blutes und werden hier zu 99 % nach Busk absorbiert. Er ließ nämlich die einzelnen Strahlenarten durch ein mit Blut prall gefülltes Kaninchenohr durchgehen und fand, daß von den blauvioletten und ultravioletten nur 1 % penetrieren.

Daß es gerade das Blut ist, das diese Strahlen absorbiert, wies Finsen nach. Er brachte auf die eine Seite eines Ohrläppchens ein Stück Aristopapier und ließ auf die andere Seite den blauvioletten Strahlenkegel eines Sonnenlichtsammelapparates fallen. Dabei zeigte sich, daß nach einer Belichtungsdauer von 5 Minuten noch keine Wirkung auf dem Papier sichtbar war. Preßte er dagegen das Ohr zwischen zwei Quarzplatten, bis es blutleer wurde, so entstand bereits nach 20 Sekunden eine Schwarzfärbung des Papiers. Damit war bewiesen, daß diese Strahlen zwar die Haut zu durchdringen vermögen, daß aber das Blut für ihr Passieren ein wesentliches Hindernis bietet. Wie durch zahlreiche Untersuchungen, auf die ich hier nicht eingehen kann, nachgewiesen ist, ist es im Blute selbst das

Hämoglobin, das diese Strahlen sehr stark absorbiert, selbst bei Konzentrationen des Blutfarbstoffs, bei welchen zwischen den Fraunhoferschen Linien Absorptionsstreifen nicht mehr nachweisbar sind.

Die rotgelben und ultraroten Strahlen durchdringen sowohl Haut wie Kapillarnetz und werden erst tiefer absorbiert, wobei jedoch nichts Sicheres festgestellt ist. Daß sie aber bluthaltige Gewebe zu passieren vermögen, läßt sich durch einfache Versuche beweisen. Blickt man mit geschlossenen Lidern in eine intensive Lichtquelle, so hat man nur die Empfindung von rotem Licht, folglich müssen rote Strahlen durchgehen. Ein weiterer Beweis ist die Hydrozelenprüfung mittels eines Lichts, wobei auch die roten Strahlen passieren.

Aus dieser verschiedenen Penetrationsfähigkeit der Lichtstrahlen folgt, daß nur die inneren ultravioletten und blauvioletten Strahlen eine direkte Wirkung aufs Blut selbst ausüben können, während zwar nicht sicher ausgeschlossen ist, daß eventuell auch die langwelligen Strahlen des Spektrums bei ihrer tiefen Penetrationsfähigkeit indirekt auf dasselbe wirken können.

Über den äußerlich sichtbaren Einfluß der ultravioletten Strahlen weiß man, daß dieselben bei kleineren und mittleren Dosen im Sinne einer Reizung, bei größeren Dosen dagegen im Sinne einer Schädigung wirken. Auf diese Schädigung, die zuerst oberflächlich auftritt, reagiert der Körper mit Pigmentbildung.

Daß diese Pigmentbildung nicht durch die roten und gelben Strahlen verursacht wird, sucht Rollier 1908 durch folgenden Versuch nachzuweisen. Er schreibt:

„Wir legten einem unserer Patienten ein fluoreszierendes gelbes Glas (Uranglas) auf die Bauchhaut. Während sich nun rings um die Glasplatte typische Pigmententwicklung zeigte, blieb deren Bildung unter dem Glas vollständig aus. Was schließen wir daraus? Doch nur das, daß die Strahlen von rot bis gelb, d. h. die Strahlen von größerer Wellenlänge (im Vergleich zu den ultravioletten) nicht imstande waren, eine Pigmentierung hervorzurufen. Als wir später zum gleichen Versuch eine Platte benützten, die im Spektroskop nur blaue und violette Strahlen zeigte, fanden wir, daß diese Unfähigkeit, Pigment zu bilden, sich bis zum violetten Teile des Spektrums erstreckt. So kamen wir, wie Finsen und andere Autoren, zu dem Schluß, daß es in der Hauptsache die ultravioletten Strahlen sein müssen, welche die Pigmentierung der Haut verursachen."

Wie diese Pigmentbildung stattfindet, darüber ist man noch nicht einig. Gegenwärtig stehen sich hauptsächlich zwei Theorien gegenüber. Die einen, vertreten durch Schmidt, Carnot, Unna, Quincke und Finsen behaupten, das Pigment sei ein Produkt des Hämoglobins, während Jarisch,

Post, Andrusk und besonders Meirowsky dies verneinen und die Ansicht vertreten, das Pigment entstehe aus Chromatin.

Wieder andere, Neumann und Maas, glauben, daß für die Pigmentbildung beide Faktoren in Betracht kommen, sowohl ein chromogener Körper als auch ein Ferment, das die Blutkörperchen liefern sollen.

Von größerer Wichtigkeit als die Entstehung des Pigments ist wohl seine praktische Bedeutung für den Körper.

Rollier schreibt dem Pigment eine schützende Rolle zu, denn es entstehe auf einer pigmentierten Haut kein Erythem mehr. Daraus würde folgen, daß die kurzwelligen, ultravioletten Strahlen nicht mehr auf die Haut wirken können. In seiner Arbeit 1908 über die Rolle des Pigments und Chlorophylls vertritt er die Ansicht, das Pigment stelle einen Transformator dar in dem Sinne, daß es die kurzwelligen Strahlen in solche von größerer Wellenlänge umwandle, die dann die Haut, wie wir oben gesehen haben, zu durchdringen vermögen.

Diese Ansicht bestätigt auch neuerdings Meirowsky.

Schon lange vorher, ehe diese Penetrationsfähigkeit der einzelnen Strahlen, sowie deren spezifische Wirkung experimentell nachgewiesen war, wußte man aus Erfahrung, daß von allen Sonnenstrahlen den ultravioletten die Hauptwirkung auf den menschlichen Körper zuzuschreiben sei, und so kam man schon frühzeitig auf den Gedanken, diese Strahlen künstlich darzustellen.

N. Finsen war es, der diese Idee als erster zur Tat machte und zum Zwecke künstlicher Bestrahlung den nach ihm genannten Finsenapparat konstruierte. Als Lichtquelle benützte er das elektrische Kohlebogenlicht, bei dem er die Wärmestrahlen durch einen Kühlmantel auszuscheiden suchte. Da ferner die ultravioletten Strahlen durch das Glas zum größten Teil absorbiert wurden, ersetzte er die Glaslinsen durch solche aus Quarz. Er erhielt so eine Lichtquelle, die neben den langwelligen Strahlen des Sonnenspektrums, wodurch vor allem eine ausgesprochene Tiefenwirkung erzielt wurde, in der Hauptsache die ultravioletten enthielt.

Im Gegensatz dazu steht das kalte Eisenlicht (Tripletlampe, Bangsche Eisenlampe und die Uviollampe), die sehr reich an äußeren kurzwelligen ultravioletten Strahlen sind, daher nur eine Oberflächenwirkung besitzen.

Beide Wirkungen zusammen finden sich in der Quecksilberdampfquarzlampe, deren Erfinder Dr. Arons (1892) ist. Was ihre weitere Entwicklung betrifft, so verweise ich darüber auf Stümpke (Die medizinische Quarzlampe).

Zu den Bestrahlungen wurde hier die Lampe von Bach-Bad Bertrich (ohne Glühlampenring) verwendet, die auch „künstliche Höhen-

sonne“ genannt wird und unter diesem Namen schon so weit bekannt ist, daß ich auf eine nähere Beschreibung derselben nicht einzugehen brauche.

Die Quarzlampengesellschaft in Hanau war so freundlich, mir die drei Spektren von Sonne, Kohlebogenlampe und Quarzlampe zur Verfügung zu stellen. Wie daraus ersichtlich ist, enthält das Sonnenspektrum Strahlen von etwa 580—300 μμ Wellenlänge. Vergleicht man damit das der Kohlebogenlampe, so zeigt dies ziemlich viel Ähnlichkeit mit dem der Sonne. Allerdings ist es im allgemeinen etwas schwächer in den längeren Strahlen, hat aber dafür einige sehr starke im Dunkelviolett, z. B. bei 411, 391 und 366, und besitzt ferner viel mehr innere ultraviolette als die Sonne und sogar noch einige äußere ultraviolette, wenn diese auch nur schwach vertreten sind. Letztere fehlen der Sonne gänzlich.

Einen großen Unterschied von den beiden eben genannten zeigt das Spektrum der Quarzlampe. Sehr schwach sind darin die langwelligen Strahlen vertreten, um so stärker aber die kurzwelligen. Gelb und Grün fehlen fast vollständig, noch mehr aber Blau. Im Violett finden sich die Strahlen von 436—435 μμ Wellenlänge, im Dunkelviolett 411—408 – 405, im inneren Ultraviolett 391, besonders stark 366 und 311. Bis 300 etwa geht die Sonne, wenn auch mit schwächeren Strahlen. Bei der Quarzlampe fangen aber hier die Hauptstrahlen erst an. Denn ziemlich stark sind die Strahlen von 302, 280, 265, 253, ja sogar noch von 248 μμ.

Die Hauptstärke der Quarzlampe liegt also im Ultraviolett, und sie übertrifft darin sowohl Sonne wie Kohlebogen ganz bedeutend.

Wie sich dies in ihrer Wirkung aufs Blutbild äußert, ist bis heute noch gänzlich unbekannt.

Wohl hat Bering mit der Kompressionsquarzlampe eine Untersuchung über deren Wirkung aufs Blut gemacht, doch läßt sich dieser Versuch kaum auf den Menschen übertragen. Er belichtete nämlich ein rasiertes Mausohr 4 Stunden lang und fand dabei eine Vermehrung der roten Blutkörperchen.

So erschien es denn interessant und von praktischer Bedeutung, zu untersuchen, wie die Quarzlampe, über deren klinische Wirkungen in letzter Zeit ziemlich viel berichtet wurde, in ihren therapeutisch verwendeten Dosen auf das Blutbild gesunder und tuberkulöser Personen einwirke.

Die Untersuchungen, die ich auf Anregung des Direktors der Chirurgischen Klinik in Tübingen, Herrn Prof. Dr. Perthes, unternahm, wurden an 6 Kindern im Alter von 2—13 Jahren ausgeführt. Alle Kinder waren schon über $^1/_2$ Jahr in der Klinik, so daß für die Beurteilung des durch die Quarzlampenbestrahlung erzielten Erfolges der günstige Einfluß des Klinikaufenthaltes keine Rolle mehr spielte. Zwei von den Kindern wurden wegen chirurgischer Affektionen behandelt, die auf das Blutbild

keinen Einfluß haben konnten. Sie dienten nur als Kontrollfälle zur Feststellung des Einflusses der Bestrahlung bei Gesunden. Vier Kinder waren an Knochentuberkulose erkrankt und im Laufe des Sommers bereits sämtlich mit gutem Erfolge hinsichtlich des Allgemeinzustandes mit Sonnenbestrahlungen behandelt worden.

Was die Art und Weise der Bestrahlung mit Quarzlampe betrifft, so wurde begonnen mit einer Entfernung der Lichtquelle von 2,00 m und einer Bestrahlungsdauer von 5 Minuten. Durch vorsichtige Steigerung dieser Dosis, was sowohl durch allmähliche Annäherung der Lampe wie auch durch Verlängerung der Bestrahlungszeit geschah, wurde zunächst an umschriebenen Körperstellen die sogenannte Erythemdosis, d. h. die Dosis, die gerade ein Erythem hervorruft, ermittelt und dann nach einer Pause von 9 Tagen die eigentliche Bestrahlung begonnen. Dabei wurde lediglich eine Teilbestrahlung des Körpers ausgeführt, so daß die Bestrahlungen an 4 aufeinanderfolgenden Tagen den ganzen Körper mit Ausnahme von Kopf und Armen umfaßten. Jedesmal kam eine solche Dosis in Anwendung, daß dann, wenn nach 4 Tagen die gleiche Körperstelle wieder an die Reihe kam, das erzeugte Erythem eben abgeblaßt war, so daß die neue Bestrahlung derselben Hautstelle immer eine normal aussehende Haut traf.

Im einzelnen verfuhren wir zur Feststellung der Erythemdosis folgendermaßen:

Am ersten Tage bestrahlte man Füße und Unterschenkel von vorn bei einem Lampenabstand von 2,00 m und einer Bestrahlungsdauer von 5 Minuten. Dabei trat eine sichtbare Reaktion nicht auf. Am folgenden Tage verstärkte man die Dosis durch Verlängerung der Bestrahlungsdauer auf 10 Minuten bei gleichbleibendem Lampenabstand und bestrahlte damit die beiden Oberschenkel von vorn. Dieselbe Dosis applizierte man am dritten Tage auf Bauch, am vierten Tage auf Brust, am fünften Tage auf Rücken, am sechsten Tage auf Kreuz, am siebenten Tage auf die beiden Oberschenkel von hinten und am achten Tage auf Unterschenkel und Füße von hinten. Niemals war unter dieser Bestrahlung eine Reaktion wahrzunehmen, und so sah man sich veranlaßt, diese Dosis nochmals zu steigern durch Verkürzung des Lampenabstandes auf 1,50 m und am nächsten Tage auf 1,00 m bei derselben Bestrahlungsdauer, also 10 Minuten. Damit wurde nach demselben Turnus nochmals der ganze Körper bestrahlt, wobei sich zeigte, daß die Extremitäten noch nicht reagierten, während an Bauch, Brust und Rücken eine eben sichtbare Reaktion auftrat.

Nach Feststellung der Erythemdosis wurde mit der Bestrahlung vom 2. bis 21. November ausgesetzt und nun die eigentliche Bestrahlung sofort mit der Erythemdosis begonnen. Dabei wurde nach folgendem Turnus bestrahlt: am ersten Tage Brust, am nächsten Tage Vorderseite der Beine,

am dritten Tage Rücken und am vierten Tage Hinterseite der Beine. Diese Dosis wurde nun möglichst so gewählt, daß das hervorgerufene Erythem bis zur nächsten Bestrahlung, die somit nach 4 Tagen erfolgte, gerade abgeklungen war. Dabei mußte die Dosis zunächst immer gesteigert werden bis zu einem gewissen Maximum, über das wir nicht hinausgingen. Dieses bestand in einer Bestrahlungsdauer von 15 Minuten bei einer Lampenentfernung von 0,50 m. Um eine bessere Übersicht über die Art und Weise der Bestrahlung und ihre Wirkung zu erhalten, wurde immer die bestrahlte Körpergegend, die Bestrahlungsdauer, der Lampenabstand, sowie die Stärke der Hauptreaktion in Tabellen eingetragen, so daß stets jede einzelne Versuchsperson genau kontrolliert werden konnte.

Der Zeitraum zwischen der ersten, bei Beginn der Bestrahlungen ausgeführten, und der letzten Blutuntersuchung, währenddessen in der eben beschriebenen Weise täglich bestrahlt wurde, betrug:

in Fall 1: 32 Tage (mit dreitägiger Pause),
„ „ 2: 25 „
„ „ 3: 25 „
„ „ 4: 91 „ (mit achttägiger Pause),
„ „ 5: 25 „
„ „ 6: 88 „

Die Bestrahlung wurde in Fall 3, 4, 5 und 6 auch nach der letzten Blutuntersuchung noch zu therapeutischen Zwecken fortgesetzt.

In den zwei „gesunden“ Kontrollfällen (1 und 2) wurde die erste Blutuntersuchung vor Beginn der Quarzlampenbestrahlung vorgenommen. Bei den 4 tuberkulösen Fällen waren die Bestrahlungen zur Feststellung der Erythemdosis schon eingeleitet, als ich meine Blutuntersuchungen begann. Doch waren nur so schwache Bestrahlungen und an so kleinen Hautpartien vorgenommen, daß ein wesentlicher Einfluß dieser unserer ersten Blutuntersuchung vorausgegangenen Quarzlampenbestrahlungen nicht angenommen werden kann.

Wie wir aus den Ergebnissen früherer Untersuchungen des Blutes gesehen haben, ist es die Grundbedingung für exakte Resultate, die beste Methodik anzuwenden.

Wie oben erwähnt, erfuhr dieselbe in neuester Zeit durch Bürker so erhebliche Verbesserungen, daß eine größere Vollkommenheit kaum mehr erreicht werden kann. Es war daher für mich ein außerordentlicher Vorteil, daß Herr Prof. Dr. K. Bürker hier die große Güte hatte, mich persönlich in seine bis aufs genaueste ausgearbeiteten Methoden gründlich einzulernen. Denn erst durch vollkommenes Beherrschen derselben ist es möglich, einwandfreie Resultate zu erzielen, die zu einem Vergleiche mit den Resultaten Bürkers im Höhenklima dienen konnten.

Um eine Nachprüfung meiner Resultate zu erleichtern, halte ich es für zweckmäßig, die von Bürker angegebene Technik, soweit sie für die Praxis von Bedeutung ist, hier kurz zu beschreiben. Eine ausführlichere Darstellung und Begründung findet man in Tigerstedts Handbuch der physiologischen Methodik (siehe Literaturverzeichnis).

Für die Zählung der roten Blutkörperchen kommt vor allem die nach Bürkers Angaben von Zeiß hergestellte Zählkammer mit einer Kammerhöhe von 0,100 mm in Betracht. Diese hat den großen Vorteil vor der Abbéschen, die seither als die beste galt, daß sie schon vor Einfüllen der Blutmischung unter Erzeugung und Erhaltung Newtonscher Streifen zusammengesetzt werden kann. Dadurch ist es möglich, die Füllung der Kammer momentan vorzunehmen und so eine ungleichmäßige Verteilung der Blutkörperchen auf der Zählfläche infolge ihres raschen Senkungsbestrebens in der spezifisch leichteren Verdünnungsflüssigkeit zu vermeiden. Daß dies eine große Rolle spielen kann bei exakten Versuchen, geht daraus hervor, daß sowohl die Blutkörperchen vom Menschen und den verschiedensten Tieren in Hinsicht auf ihr Senkungsbestreben sehr verschieden sind, als auch die einzelnen Blutkörperchen eines und desselben Menschen verschieden sein können, z. B. im Hochgebirge und im Tiefland, da sie im Hochgebirge reicher an Hämoglobin, also schwerer sind, und infolgedessen rascher zu Boden sinken.

Eine weitere Verbesserung an der Kammer ist die, daß zwei voneinander getrennte Zählräume vorhanden sind, welche unabhängig voneinander gefüllt werden können, so daß stets eine Kontrollzählung vorgenommen werden kann. Das Zählnetz ist neunmal größer als das der alten Kammer, und so zählt man in Abständen auf einer größeren Fläche, wodurch ebenfalls Verteilungsfehler leichter ausgeglichen werden können. Die Kammer ist ferner unabhängig von Luftdruckschwankungen, da der Zählraum offen ist, und von Einflüssen der Temperatur, was genau untersucht wurde.

Für die Mischung, die in einem Rundkölbchen erfolgt, sind zwei getrennte Pipetten vorhanden, eine für 25 cmm Blut und eine andere für 4975 cmm Verdünnungsflüssigkeit, wozu die Hayemsche Lösung benutzt wird. Man erhält dadurch eine 200fache Verdünnung. Für die Übertragung vom Rundkölbchen in die Kammer verwendet man ebenfalls zwei Pipetten, so daß also jede Kammer gänzlich unabhängig von der anderen gefüllt werden kann. Vor jeder Übertragung wird das Rundkölbchen erst zwei Minuten geschüttelt, um die Mischung möglichst gleichmäßig zu machen. Die einzelnen Zählresultate werden in gedruckte Schemata, die dem Zählnetz entsprechen, eingetragen und dadurch eine Kontrolle der Verteilung und der Addition erzielt.

Gezählt habe ich bei meinen Bestimmungen stets zweimal 160 Quadrate, was etwa 2000 roten Blutkörperchen entspricht. Wie genau diese Methode ist, ergibt sich schon daraus, daß die Resultate der beiden Kammern oft genau übereinstimmten, zum mindesten aber nie große Differenzen zeigten. Ferner stimmten Zählungen, die ich mehrmals aus einer einmal hergestellten Mischung machte, mit anderen Mischungen, zu denen immer wieder frisches Blut entzogen wurde, ganz genau überein. Nach Bürker gibt diese Methode einen mittleren Fehler von 1,8% bei 2000 Blutkörperchen, wobei jedoch sämtliche Fehler sowohl der Blutentziehung, wie auch der Zählung mit einbegriffen sind.

Zur quantitativen Hämoglobinbestimmung wurde die spektrophotometrische Methode von G. Hüfner verwendet, die beste, die bis heute existiert. Auch sie erhielt noch einige wesentliche Verbesserungen durch Bürker. Sie gründet sich auf die wohl definierte Eigenschaft des Hämoglobins, bestimmte Lichtstrahlen

auch schon bei ganz schwacher Konzentration des Blutfarbstoffes sehr stark zu absorbieren. Gegenüber den seither benützten kolorimetrischen Methoden hat sie den Vorzug, unabhängig von jeder Vergleichslösung oder gar einer Ersatzfarbe zu sein. Der eine Lichtstrahl geht durch das Absorptionsgefäß ungeschwächt hindurch, der andere passiert die Farbstofflösung und wird hier zum Teil absorbiert. Nun schwächt man den ersten Lichtstrahl durch Drehen eines Nikols gegenüber einem anderen, bis Gleichheit herrscht. Dabei wird mittels eines den Okularspalt begrenzenden Schiebers ein möglichst monochromatisches Gebiet im Bereiche des nach Grün zu gelegenen Absorptionsstreifens des Oxyhämoglobins zum Vergleiche ausgeschnitten.

Das Prinzip der Methode ist folgendes: Man ermittelt den Extinktionskoeffizienten[1]) in dem oben genannten Gebiet aus der nach der Absorption durch die Oxyhämoglobinlösung übrig bleibenden Lichtstärke. Bei der Schichtendicke s der Farbstofflösung sei ε'_0 dieser Extinktionskoeffizient und J' die übrig bleibende Lichtstärke, so ist

$$\varepsilon'_0 = \frac{-\log J'}{s}$$

Wählt man, wie gewöhnlich, s = 1 cm, so ist

$$\varepsilon'_0 = -\log J'.$$

Mittels des Hüfnerschen Polarisationsspektrophotometers wurde nun J' ermittelt. Man macht bei diesem Apparat durch Drehung des analysierenden Nikols den ausgeschnittenen Bezirk des Vergleichsspektrums gleich dunkel wie den des Oxyhämoglobinspektrums, worauf sich aus dem Drehungswinkel ζ $J' = \cos^2 \zeta$ ergibt Demnach ist der Extinktionskoeffizient zu

$$\varepsilon'_0 = -\log \cos^2 \zeta.$$

Ferner ist nach K. Vierordt das Verhältnis Konzentration: Extinktionskoeffizient, also $\frac{c}{\varepsilon'_0}$, für ein und denselben Farbstoff in ein und derselben Spektralregion konstant. Nun seien c_1, c_2, c_3 verschiedene Konzentrationen des Farbstoffes, ε_1, ε_2, ε_3 die zugehörigen Extinktionskoeffizienten, so ist

$$\frac{c_1}{\varepsilon_1} = \frac{c_2}{\varepsilon_2} = \frac{c_3}{\varepsilon_3} = A,$$

wobei die Konstante A das Absorptionsverhältnis genannt wird. Daraus ergibt sich ganz allgemein:

$$c = \varepsilon \,.\, A. \cdot$$

Für Oxyhämoglobin bestimmt man das Absorptionsverhältnis A'_0 für die Region des nach Grün zu gelegenen Absorptionsstreifens, indem man von reinem, kristallisiertem Oxyhämoglobin eine Lösung bekannter Konzentration herstellt und den zugehörigen Extinktionskoeffizienten ermittelt. Aus diesen Werten ergibt sich dann

$$A'_0 = \frac{c}{\varepsilon'_0}.$$

Für alle weiteren quantitativen Bestimmungen des Oxyhämoglobins erhält man dann durch Ermittlung des Extinktionskoeffizienten ε'_0

$$c = \varepsilon'_0 \,.\, A'_0.$$

[1]) Extinktionskoeffizient = reziproker Wert der Schichtendicke der Farbstofflösung, bei welcher das Licht auf $^1/_{10}$ geschwächt ist.

Das Absorptionsverhältnis A'_0 als Konstante wurde für den von Bürker geeichten Apparat als

$$A'_0 = 1{,}25 \cdot 10^{-3} \text{ gefunden.}$$

Um die etwas umständliche Berechnung des Extinktionskoeffizienten $\varepsilon'_0 = -\log \cos^2 \zeta$ aus dem Drehungswinkel ζ zu umgehen, hat Bürker ε'_0 als Funktion von ζ für Winkel von 60,00—82,00° graphisch in Kurvenscharen auf Millimeterpapier verzeichnet, so daß sich zu ζ als Abszisse ε'_0 als zugehörige Ordinate rasch ablesen ließ.

Die Fehler der quantitativen Hämoglobinbestimmungen sind nach Bürker im Mittel nur halb so groß, wie die der Blutkörperchenzählungen, also etwa nur 1% einschließlich der Fehler von Blutentziehung und Methodik.

Benutzt wurde zur Herstellung der Lösung eine Pipette für 25 cmm Blut und eine andere für 2475 cmm 0,1 proz. Sodalösung. Die Mischung erfolgte in einem Rundkölbchen. Zur Bestimmung des Extinktionskoeffizienten wurden von mir immer 10 Ablesungen gemacht und davon dann das Mittel genommen.

Aus dem Hämoglobingehalt des Blutes und der Blutkörperchenzahl läßt sich der Gehalt eines Blutkörperchens an Hämoglobin berechnen. Es ist nämlich sehr wichtig, ob dieser Gehalt Änderungen erleidet oder nicht, da er gewöhnlich bei Neubildungen von roten Blutkörperchen gesetzmäßigen Schwankungen unterworfen ist. Nimmt man in 100 ccm Blut 15 g Hämoglobin, in 1 cmm also 0,00015 g und in dem gleichen Volumen 5,00 Millionen rote Blutkörperchen an, so würde der Gehalt eines roten Blutkörperchens an Hämoglobin durchschnittlich $30 \cdot 10^{-12}$ g betragen.

Was die Leukozytenzählung betrifft, so wurde dazu ebenfalls oben angeführte Kammer verwendet, jedoch mit einem Deckglas, das einen Einschnitt von 0,200 mm besitzt, somit eine Kammerhöhe von 0,200 mm hat. Für die Mischung, die in einem entsprechend kleineren Rundkölbchen erfolgte, wurde eine Pipette für 25 cmm Blut und eine für 475 cmm Verdünnungsflüssigkeit, wozu ich Türksche Lösung benutzte, gebraucht. Man hat also hier eine 20fache Verdünnung. Die Kammerfüllung erfolgt ebenso, wie bei den roten Blutkörperchen. Ausgezählt wurden immer 2 mal 125 Quadrate, was etwa 1000 Leukozyten entspricht. Die Resultate wurden wegen der besseren Übersicht über die Verteilung ebenfalls in gedruckte dem Zählnetz entsprechende Schemata eingetragen. Dabei unterschied ich immer, was meist ganz gut ging, polynukleäre und mononukleäre Leukozyten und hatte so für die eigentliche Differenzierung eine gewisse Kontrolle.

Zur Differenzierung der Leukozyten wurde nach P. Ehrlich das Blut zwischen zwei Deckgläsern aufgenommen und nach dem Abziehen beide Deckglaspräparate für die Untersuchung verwendet. Zur Färbung der Präparate wurde die kombinierte May-Grünwald-Giemsa-Färbung nach Pappenheim verwendet:

3 Minuten das Fixat färben in konzentrierter May-Grünwald-Lösung.

1 Minute einlegen in zur Hälfte mit Wasser verdünnte May-Grünwald-Lösung.

15 Minuten nachfärben, ohne das Präparat vorher abzuwaschen, in Giemsalösung (6 Tropfen auf 4 ccm Wasser).

Bei der Untersuchung wurden immer 1200 Leukozyten ausgezählt und zwar aus je zwei Paar Deckgläsern.

Die Blutentziehungen wurden sämtlich morgens um $^1/_2$8 Uhr vorgenommen bei einer Zimmertemperatur von 18° C. Dabei wurde streng darauf geachtet, daß die Kinder vorher nichts genossen hatten, damit sich das Blut in einem gewissen Gleichgewichtszustande und der gesamte Körper

in relativer Ruhe befand. Es war dies besonders wichtig, da hier auch das Verhalten der Leukozyten untersucht werden sollte und gerade diese sehr labil sind. An und für sich zeigen sie schon starke individuelle Schwankungen und außerdem eine große Abhängigkeit von der Nahrungsaufnahme, von Krankheitszuständen, von plötzlichen Infektionen usw., was wohl der Hauptgrund ist, daß über ihr Verhalten fast noch gar keine Resultate vorliegen. Das Blut wurde mit dem von Bürker modifizierten Franckeschen Instrument mit breiter Schneide aus dem Ohr entnommen und mußte ohne Druck aus der Wunde abfließen, wobei stets der erste Tropfen abgewischt und erst die folgenden verwendet wurden. Um den Einfluß etwaiger Wundreaktion zu vermeiden, wurden die Versuche abwechselnd links und rechts gemacht.

Da die Untersuchungen mit größter Genauigkeit gemacht werden müssen und die einzelne Untersuchung sehr viel Zeit erfordert, war es mir aus Mangel an Zeit nicht möglich, die einzelnen Versuchspersonen täglich zu untersuchen, sondern konnte erst im Verlauf von 1—2 Wochen bei derselben Person die nächste Untersuchung vornehmen, was übrigens, wie sich gezeigt hat, absolut keinen nachteiligen Einfluß auf das Resultat gehabt hat.

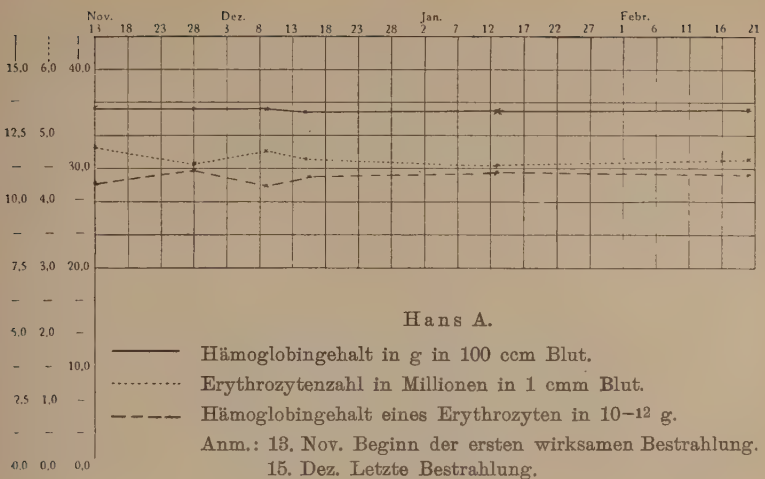
Untersuchungen.

A. Nicht-tuberkulöse Vergleichsfälle.

I. Hans A., 7 Jahre alt, blond, kongenitale Pseudarthrose. Ist etwa seit einem Jahr in der Klinik und diente als normales Vergleichsobjekt für die Tuberkulösen. Er war im Sommer nicht mit Sonne und auch nicht zur Ermittlung der Erythemdosis mit der Quarzlampe vorbestrahlt worden. Die erste Blutuntersuchung erfolgte am 13. November und an demselben Tage wurde mit der Bestrahlung begonnen und zwar mit einer Bestrahlungsdauer von 5 Minuten bei einem Lampenabstand von 2,00 m. Dadurch wurde eine Reaktion noch nicht erzielt und deshalb steigerte man die Dosis am nächsten Tage durch eine Bestrahlungsdauer von 10 Minuten und erhielt damit eine leichte Reaktion. Bei den nächsten Bestrahlungen, die erst wieder vom 21. November ab vorgenommen wurden, wurde noch der Lampenabstand auf 1,5 m bei einer Bestrahlungsdauer von 15 Minuten vermindert und dadurch eine solche Hautreaktion

Erythrozyten und Hämoglobin.

Datum	Zahl der Erythrozyten in Mill. in 1 cmm Blut	Extinktionskoeffizient	Hämoglobin in g in 100ccm Blut	Mittl. Hämoglobingehalt eines Erythrozyten in 10^{-12} g
13. November 1913	4,82	1,083	13,5	28,0
28. November 1913	4,56	1,076	13,5	29,8
9. Dezember 1913	4,78	1,081	13,5	28,2
15. Dezember 1913	4,65	1,072	13,4	29,0
13. Januar 1914	4,54	1,074	13,4	29,7
20. Februar 1914	4,66	1,080	13,5	29,0



Hans A.

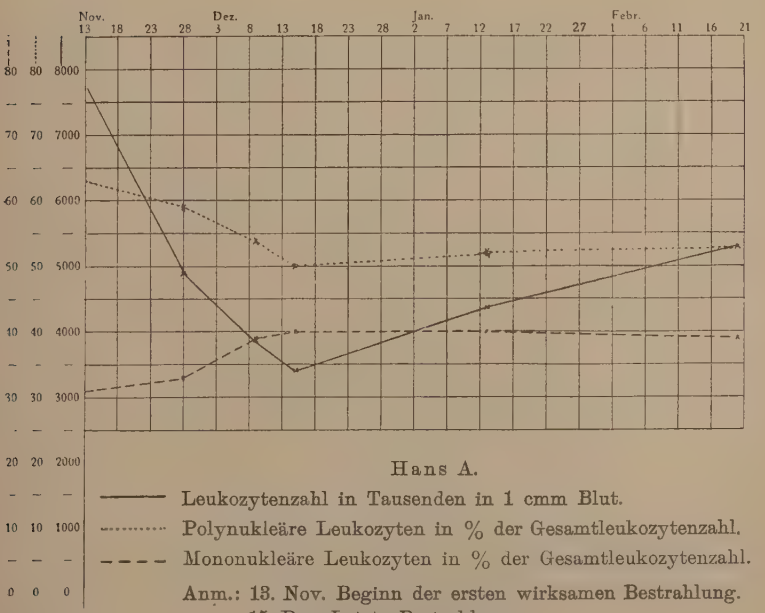
Hämoglobingehalt in g in 100 ccm Blut.

Erythrozytenzahl in Millionen in 1 cmm Blut.

Hämoglobingehalt eines Erythrozyten in 10^{-12} g.

Anm.: 13. Nov. Beginn der ersten wirksamen Bestrahlung.
15. Dez. Letzte Bestrahlung.

Fig. 1.



Hans A.

Leukozytenzahl in Tausenden in 1 cmm Blut.

Polynukleäre Leukozyten in % der Gesamtleukozytenzahl.

Mononukleäre Leukozyten in % der Gesamtleukozytenzahl.

Anm.: 13. Nov. Beginn der ersten wirksamen Bestrahlung.
15. Dez. Letzte Bestrahlung.

Fig. 2.

Leukozyten.

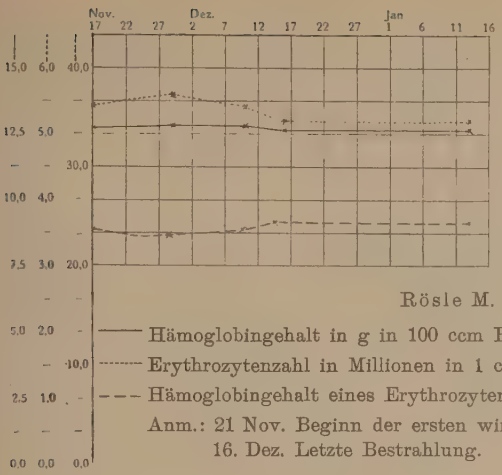
Datum	Gesamtzahl der Leukozyten in 1 cmm Blut	mononukleäre Leukozyten (Lymphozyt.)	polynukl. Leukozyt.	Große mononukleäre Leukozyten und Übergangsformen	eosinoph. Leukozyt.	basophile Leukozyt.
13. November 1913	7800	31%	63%	3,0%	3,0%	0%
28. November 1913	4900	33%	59%	3,9%	3,5%	0,6%
9. Dezember 1913	3870	38%	54%	4,5%	3,1%	0,4%
15. Dezember 1913	3400	40%	50%	6,2%	3,2%	0,8%
13. Januar 1914	4360	40%	52%	5,0%	1,8%	1,2%
20. Februar 1914	5030	39%	53%	4,7%	1,5%	1,8%

hervorgerufen, daß sie bis zur nächsten Bestrahlung eben wieder abgeklungen war. Diese Dosis wurde täglich appliziert bis zum 15. November, worauf mit der Bestrahlung abgebrochen wurde, um konstatieren zu können, wie sich die Nachwirkung der Bestrahlung verhielt. Trotz dieser starken Bestrahlung trat bei dem Kinde keinerlei Pigmentierung auf, ebenso wurde eine Änderung im Allgemeinbefinden nicht beobachtet.

Die Resultate der Bestrahlung aufs Blut geben beistehende Tabellen und Kurven wieder:

Aus diesen Resultaten ist ersichtlich, daß die Bestrahlung allerdings einen Einfluß aufs Blutbild gehabt hat, jedoch nur auf die Leukozyten, da die geringen Schwankungen der Erythrozyten und des Hämoglobins nicht als wirkliche Änderungen angesehen werden können. Die Leukozyten dagegen zeigten eine deutliche, kontinuierliche Abnahme, welche besonders die polynukleären betraf, so daß sich das Gesamtverhältnis so änderte, daß das Bild einer Lymphozytose entstand. Diese Abnahme hörte sofort auf, sobald man mit der Bestrahlung aussetzte, und es entstand wieder eine deutliche Vermehrung der Leukozyten, die jedoch wesentlich langsamer erfolgte als die durch die Bestrahlung hervorgerufene Abnahme. Dabei scheint sich das Verhältnis der polynukleären und mononukleären Leukozyten derart zu ändern, daß sich langsam wieder das normale Verhältnis herstellt.

II. Rösle M., 4 Jahre alt, blond, Ösophagusstenose nach Laugenverätzung. Befindet sich seit über 1 Jahr in der Klinik zur Dilatation der Stenose. Anlegen einer Witzelschen Magenfistel und Sondierung ohne Ende. Die Striktur war zu Beginn der Bestrahlung so erweitert, daß das Kind wieder alles ohne weiteres schlucken und daher als normales Vergleichsobjekt für die Tuberkulösen betrachtet werden konnte. Ebenso wie das erste Kind war es im Sommer weder mit Sonne noch zur Ermittlung der Erythemdosis mit Quarzlampe vorbestrahlt worden. Die erste Blutuntersuchung wurde am 17. November gemacht und am 21. November wurde mit der Bestrahlung begonnen bei einem Lampenabstand von 2 m und einer Bestrahlungsdauer von 5 Minuten, was jedoch bald auf 1,50 m und 10 Minuten erhöht wurde. Die Reaktion war dabei ziemlich stark und derart, daß sie bis zur nächsten Bestrahlung eben abgeklungen war. Trotz dieser starken Reaktion zeigte das Kind nach vierwöchiger Bestrahlung keine Pigmentierung, ebenso war in seinem Allgemeinbefinden keine Änderung ein-

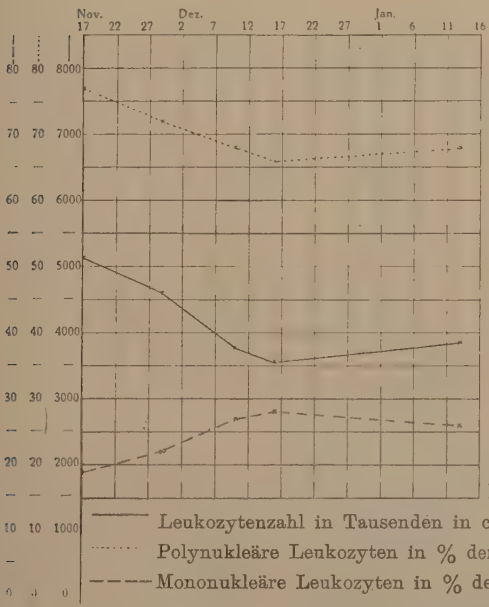


Rösle M.

——— Hämoglobingehalt in g in 100 ccm Blut.
····· Erythrozytenzahl in Millionen in 1 cmm Blut.
– – – Hämoglobingehalt eines Erythrozyten in 10^{-12} g.

Anm.: 21 Nov. Beginn der ersten wirksamen Bestrahlung.
16. Dez. Letzte Bestrahlung.

Fig. 3.



Rösle M.

——— Leukozytenzahl in Tausenden in cmm Blut.
····· Polynukleäre Leukozyten in % der Gesamtleukozytenzahl.
– – – – Mononukleäre Leukozyten in % der Gesamtleukozytenzahl.

Anm.: 21. Nov. Beginn der ersten wirksamen Bestrahlung.
16. Dez. Letzte Bestrahlung.

Fig. 4.

getreten. Vom 17. Dezember ab wurde das Kind nicht mehr bestrahlt, um die Nachwirkung der Bestrahlung feststellen zu können. Die letzte Blutuntersuchung wurde am 13. Januar gemacht, denn am 17. Januar wurde die Witzel-Fistel geschlossen und dadurch kamen die Wundheilungsverhältnisse in Betracht, die bekanntlich die Leukozyten ebenfalls beeinflussen, so daß die Bestrahlungsnachwirkung nicht mehr eindeutig gewesen wäre.

Die Blutuntersuchungen ergaben beistehende Resultate:

Erythrozyten und Hämoglobin.

Datum	Zahl der Erythrozyten in Mill. in 1 cmm Blut	Extinktionskoeffizient	Hämoglobin in g in 100ccm Blut	Mittl. Hämoglobingehalt eines Erythrozyten in 10^{-12} g
17. November 1913	5,43	1,028	12,8	23,6
29. November 1913	5,60	1,033	12,9	23,0
10. Dezember 1913	5,42	1,031	12,9	23,8
16. Dezember 1913	5,20	1,014	12,7	24,4
13. Januar 1914	5,21	1,018	12,7	24,3

Leukozyten.

Datum	Gesamtzahl der Leukozyten in 1 cmm Blut	mononukleäre Leukozyten (Lymphozyt.)	polynukl. Leukozyt.	Große mononukleäre Leukozyten und Übergangsformen	eosinoph. Leukozyt.	basophile Leukozyt.
17. November 1913	5120	19%	77%	2,0%	2,0%	0%
29. November 1913	4600	22%	72%	2,5%	3,0%	0,5%
10. Dezember 1913	3770	27%	68%	2,4%	2,3%	0,3%
16. Dezember 1913	3560	28%	66%	2,6%	3,0%	0,4%
13. Januar 1914	3850	26%	68%	2,6%	2,8%	0,6%

Auch hier zeigten die Erythrozyten, das Hämoglobin und der mittlere Hämoglobingehalt eines Erythrozyten keine wesentlichen Änderungen. Die Leukozyten, deren Zahl schon vor der Bestrahlung sehr niedrig war, reagierten trotzdem mit einer deutlichen Abnahme, wobei sich ebenfalls das Verhältnis der polynukleären und mononukleären Leukozyten so änderte, daß eine relative Vermehrung der mononukleären und eine absolute Verminderung der polynukleären Formen eintrat. Mit Aufhören der Bestrahlung erfolgte eine Zunahme der Leukozyten, die erheblich langsamer vor sich ging als die durch die Bestrahlung bewirkte Verminderung. Dabei zeigen die Polynukleären eine Zunahme, die Mononukleären eine relative Abnahme, so daß sich das normale Verhältnis wieder herzustellen scheint.

B. Tuberkulöse Fälle.

III. Feodor Sch., 3 Jahre alt, blond, multiple Tuberkulose. Das Kind wurde am 16. Juli 1913 in die Klinik gebracht in einem sehr elenden Zustand. Der Ernährungszustand war denkbar schlecht, die Gesichtszüge greisenhaft, die Haut am ganzen Körper gelblich und in Falten abhebbar. Temperatur 39, Gewicht 9 kg. Über beiden Lungen Rasselgeräusche. Linker Ellbogen stark geschwollen, Fluktuation zu beiden Seiten des Olecranon, linker Oberarm vollständig atrophisch. Beugung und Streckung im Ellbogengelenk kaum möglich, Supination stark behindert, starke Schmerzäußerung Am rechten Bein ist die Gegend des Fußgelenks geschwollen, die Haut zu beiden Seiten unterhalb des Knöchels gerötet und fistulös. Aus der äußeren Fistel entleert sich reichlich Eiter; Bewegungen im Fußgelenk sind schmerzhaft und werden aktiv gar nicht ausgeführt. Das oberste Drittel des rechten Unterschenkels ist stark geschwollen, zwischen den Köpfen des M. gastrocnemius befindet sich ein fluktuierender Abszeß. Die Haut darüber ist stark gerötet und verdünnt. Am linken Bein im unteren Drittel des Unterschenkels an der Innenseite ist eine markstückgroße Hautröte, die in der Mitte ein linsengroßes Geschwür zeigt. Die Röntgenbilder ergeben: Ausgedehnte Karies des ganzen proximalen Endes der linken Ulna, am linken Unterschenkel zwei Querfinger oberhalb der Epiphysenlinie eine Aufhellung in der vorderen Kompakta. Rechter Unterschenkel: Ohne Besonderheiten. Rechte Fußwurzel: ausgedehnte Karies des Calcaneus.

Das Kind wird mit Freiluft und Sonnenbestrahlung behandelt vom 23. Juli bis 24. Oktober.

Status am 20. September 1913: Allgemeinbefinden sehr gut, erhebliche Gewichtszunahme (von 9 auf 13 kg), Temperatur dauernd subfebril, gelegentlich abendliche Steigerungen bis 39,0. An der Innenseite des linken Kniegelenkes bohnengroße, schlaff granulierende Wunde mit geringer Absonderung. Die Fistel an der Innenseite des rechten Knöchels sezerniert nicht mehr. Im unteren Drittel des linken Unterschenkels ist die völlig reizlose Narbe an der Tibiakante von einem stecknadelkopfgroßen Granulationspfropf mit Sekretion bedeckt. Der linke Ellbogen ist in rechtwinkliger Stellung fixiert, etwas geschwollen, schmerzhaft. Die Fistelöffnung am oberen Drittel der Ulnarseite des linken Vorderarms sezerniert nicht mehr und ist reizlos. Das rechte Fußgelenk ist diffus geschwollen und sezerniert aus einer Fistelöffnung in der Gegend des äußeren Knöchels reichlich dünnflüssigen Eiter.

Patient war nach Möglichkeit in der Sonne und wurde so im Laufe des Sommers mit 505 Sonnenstunden bestrahlt, wovon etwa 400 als voll angesehen werden können, während die übrigen durch Wolkenbildung beeinträchtigt wurden. Die dadurch erzielte Pigmentierung war am ganzen Körper von erheblicher Stärke. Soweit es ging, wurde Patient im Oktober noch mit Sonne behandelt. Da diese jedoch stark nachließ, wurde am 25. Oktober mit der Quarzlampenbestrahlung begonnen und zwar bis 12. November mit geringen Dosen zur Ermittlung der Erythemdosis. Diese erreichte man bei einer Bestrahlungsdauer von 15 Minuten und einem Lampenabstand von 1 m. Von 12. bis 21. November wurde die Bestrahlung unterbrochen und darauf die Dosis gesteigert auf eine Bestrahlungsdauer von 15 Minuten bei einem Lampenabstand von 0,50 m. Trotz dieser erheblichen Dosis blaßte bei dem Kind die durch die Sonnenbestrahlung hervorgerufene Pigmentierung immer mehr ab. Die applizierte Maximaldosis der Quarzlampe war also stärker als bei den zwei vorhergehenden, nicht mit Sonne bestrahlten Fällen.

Am 12. Dezember 1913 trat plötzlich eine abendliche Temperatursteigerung auf 39,6 ein. Diese Temperaturerhöhung wiederholte sich in den folgenden Wochen immer

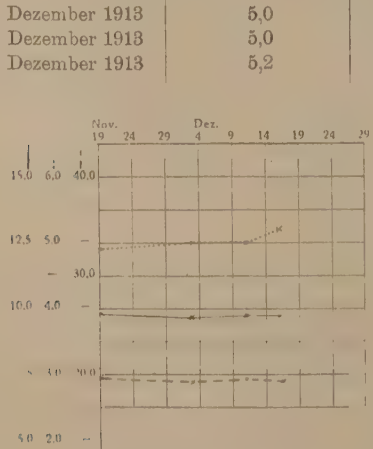
häufiger, so daß ich, um eindeutige Resultate zu erzielen, die Blutuntersuchung abbrechen mußte. Die Bestrahlung mit Quarzlampe wurde jedoch trotzdem fortgesetzt. Das Kind nahm dabei an Gewicht zwar nicht ab, litt aber beständig unter Durchfällen, wobei der Appetit immer gut war. Auch bei den lokalen Prozessen war eine günstige Beeinflussung nicht festzustellen; im Gegenteil breitete sich die Tuberkulose noch weiter aus, indem seit 15. Februar auch der linke Fuß ergriffen war. Es traten plötzlich im Fußgelenk starke Schmerzen auf und eine dicke teigige Schwellung, die auch den Vorderfuß ergriff. Zwischen Großzehe und zweiter Zehe entstand eine tiefe Fistel, aus der sich reichlich Eiter entleerte.

Status am 15. März 1914: Der Allgemeinzustand ist schlecht, Appetit läßt nach, Schlaf schlecht, remittierendes Fieber. Die Schwellung des linken Fußgelenkes hat abgenommen, es ist jedoch eine zweite Fistel mehr medial aufgetreten, die ebenfalls reichlich Eiter absondert. An den übrigen Prozessen ist keine Änderung festzustellen. Die Haut ist blaßgelblich, so daß von Pigmentierung kaum mehr gesprochen werden kann.

Die Blutuntersuchungen führten zu folgenden Resultaten:

Erythrozyten und Hämoglobin.

Datum	Zahl der Erythrozyten in Mill. in 1 cmm Blut	Extinktionskoeffizient	Hämoglobin in g in 100ccm Blut	Mittl. Hämoglobingehalt eines Erythrozyten in 10^{-12} g
19. November 1913	4,9	0,774	9,7	19,8
3. Dezember 1913	5,0	0,760	9,5	19,0
11. Dezember 1913	5,0	0,776	9,7	19,4
16. Dezember 1913	5,2	0,775	9,7	19,0



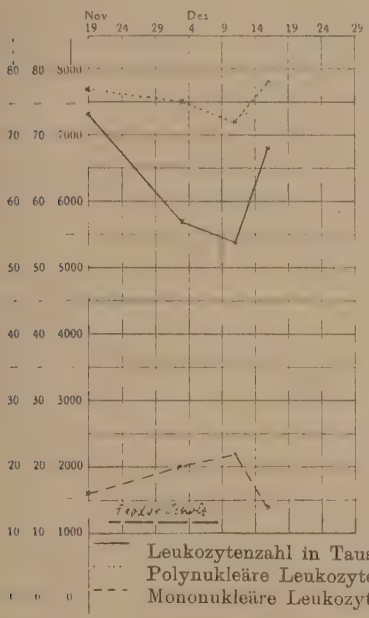
Anmerkung zu Fig. 5 und 6: Am 12. Dezbr. plötzliche Temperatursteigerung auf 39,6.

(Vgl. die betr. Tabellen und Kurven.)

Fig. 5.

Leukozyten.

Datum	Gesamtzahl der Leukozyten in 1 cmm Blut	mononukleäre Leukozyten (Lymphozyt.)	polynukl. Leukozyt.	Große mononukleäre Leukozyten und Übergangsformen	eosinoph. Leukozyt.	basophile Leukozyt.
19. November 1913	7310	16%	77%	5,2%	1,8%	0%
3. Dezember 1913	5700	20%	75%	4,0%	0,8%	0,2%
11. Dezember 1913	5380	22%	72%	4,5%	1,5%	0%
16. Dezember 1913	6800	14%	78%	6,5%	1,5%	0%



Vgl. die Anmerkung zu Fig. 5 und 6 auf Seite 363.

Feodor Sch.

Leukozytenzahl in Tausenden in 1 cmm Blut.
Polynukleäre Leukozyten in % der Gesamtleukozytenzahl.
Mononukleäre Leukozyten in % der Gesamtleukozytenzahl.

Anm.: 21. Nov. Beginn der ersten wirksamen Bestrahlung.
16. Dez. Bestrahlung wird noch fortgesetzt.

Fig. 6.

Das Kind, das selten eine abendliche Temperatursteigerung und gutes Allgemeinbefinden aufwies, zeigte sehr niedrige Hämoglobinwerte, die sich jedoch auch unter dem Einfluß der Bestrahlung nicht änderten. Ebenso fand sich keine Änderung der Erythrozytenzahlen und des mittleren Hämoglobingehalts eines Erythrozyten. Die Leukozyten verminderten sich dagegen deutlich, bis plötzlich am 16. Dezember eine ziemliche Steigerung derselben auftrat. Die Temperaturkurve zeigte jedoch am 12. Dezember eine abendliche Temperaturerhöhung auf

39,6, die wohl auf eine Mischinfektion zurückzuführen ist, wodurch sich auch diese plötzliche Vermehrung der Leukozyten erklären läßt. Bei der zuerst erfolgten Abnahme der Leukozyten nahmen auch die Polynukleären wieder stärker ab, während die Mononukleären relativ zunahmen. Dieses Verhältnis änderte sich ebenfalls mit der durch die Mischinfektion eingetretenen Vermehrung und es stellten sich sofort die normalen Verhältnisse wieder her.

IV. Karl R., 1¾ Jahre alt, blond. Caries Calcanei. Das Kind wird am 25. März 1913 in die Klinik gebracht. Allgemeinzustand sehr schlecht, blasses, mageres, sehr elend aussehendes Kind. Temperatur normal. An der Innenseite des linken Fußes unterhalb des inneren Knöchels befindet sich ein dreimarkstückgroßes Ulkus mit sehr reichlicher Sekretion. In der Mitte des Ulkus eine mehrere Zentimeter tief in den Calcaneus hineinführende Fistel. An der Außenseite ist die Haut unterhalb des Knöchels etwas vorgewölbt und gerötet; geringe Fluktuation. Die ganze Knöchelgegend und der Fußrücken sind erheblich geschwollen und auf Druck überaus schmerzhaft. Das Kind macht gar keine aktive Bewegung im linken Fußgelenk. In der linken Leistengegend wallnußgroße Drüsenschwellung; links eine vergrößerte Submaxillardrüse palpabel, ebenso vereinzelte Supraklavikulardrüsen. Röntgenbild zeigt, daß der ganze Calcaneus kariös zerstört ist.

Das Kind wird sobald als möglich mit Freiluft und Sonnenbestrahlung behandelt, was bis Anfangs Oktober gründlich durchgeführt wird, so daß es Ende des Sommers mit etwa 700 Sonnenstunden bestrahlt war, wovon etwa 520 als voll angesehen werden können, während die übrigen 180 infolge Bewölkung nicht vollwertig waren.

Status am 1. November 1913: Die während des August an der linken Unterkieferseite eröffnete tuberkulöse Lymphdrüse fistelt immer noch, desgleichen die beiden an der Innenseite des rechten Oberschenkels dicht unter der Leistenbeuge im August eröffneten Drüsen. Allgemeinbefinden gut, Patient zeigt guten Appetit und ein gesundes und frisches Aussehen; erhebliche Gewichtszunahme (von 9—12 kg). Temperatur normal. Den rechten Fuß, der dem Kinde bei der leisesten Berührung Schmerzen bereitete und absolut nicht bewegt wurde, belastet es allmählich ganz von selbst, da offenbar die Schmerzen ziemlich verschwunden sind. Das linke Fußgelenk zeigt immer noch eine diffuse Schwellung und Deformierung. An der Innenseite dicht unter dem Knöchel befindet sich eine einzige, wenig sezernierende Fistelöffnung. Die Umgebung der Haut und die an der Außenseite des Knöchels ist atrophisch und rosa gefärbt.

Durch die gründlich durchgeführte Sonnenbestrahlung ist das Kind am ganzen Körper tiefbraun pigmentiert und zeigt neben seinem vorzüglichen Allgemeinzustand ein sehr gesundes, blühendes Aussehen.

Am 25. Oktober 1913 wurde wegen Sonnenmangels mit der Quarzlampenbestrahlung begonnen, erst mit kleinen Dosen zur Ermittlung der Erythemdosis, welche bei einem Lampenabstand von 1 m und einer Bestrahlungsdauer von 15 Minuten gefunden wurde. Vom 12. bis 21. November wurde mit der Bestrahlung ausgesetzt. Am 18. November wurde die erste Blutuntersuchung gemacht und nun die eigentliche Bestrahlung begonnen. Um die Maximaldosis zu erreichen, wurde der Lampenabstand bis auf 0,75 und 0,50 m verringert bei einer Bestrahlungsdauer von 15 Minuten. Also auch hier mußte die Maximaldosis erheblich stärker genommen werden als bei den beiden mit Sonne nicht vorbestrahlten Normalkindern (I und II). Die Bauch- und Rückenhaut reagierte dabei stärker als die Haut der Beine. Im allgemeinen reagierte

das Kind sehr stark. Trotzdem zeigt das Erythem selbst bei flammender Rötung keine Schmerzhaftigkeit; es erfolgt eine mehrmalige Abschuppung, jedoch zeigt die zutage tretende Haut immer weniger Pigment.

Status am 20. Januar 1914: Allgemeinbefinden sehr gut, stete Gewichtszunahme (von 12—13½ kg). Am 9. Dezember bekam das Kind Varizellen, die jedoch nach 8 Tagen abgeklungen waren. Während dieser Zeit war die Bestrahlung unterbrochen worden. Die im August exkochleierte Lymphdrüse der linken Leistenbeuge ist unter Hinterlassung einer strahligen Narbe abgeheilt, die gleichfalls exkochleierte Drüse des linken Kieferwinkels sezerniert nicht mehr, hypertrophische Narbe mit Schorf. Auf der Außenseite des Calcaneus befindet sich ebenfalls eine hypertrophische Narbe mit Schorf, auf der Innenseite eine wenig sezernierende kleine Fistel mit pfenniggroßem rotem Hof.

Status am 1. März 1914: Allgemeinbefinden ebenso vorzüglich wie vor der Bestrahlung. Fußgelenk frei beweglich, keine Weichteilschwellung mehr. Zu beiden Seiten der Ferse eine Fistel, die auf den Calcaneus führt und mäßig Eiter sezerniert.

Erythrozyten und Hämoglobin.

Datum	Zahl der Erythrozyten in Mill. in 1 cmm Blut	Extinktionskoeffizient	Hämoglobin in g in 100 ccm Blut	Mittl. Hämoglobingehalt eines Erythrozyten in 10^{-12} g
18. November 1913	5,20	0,978	12,2	23,4
1. Dezember 1913	5,12	0,970	12,1	23,6
19. Januar 1914	5,24	0,973	12,2	23,3
20. Februar 1914	5,18	0,971	12,1	23,3

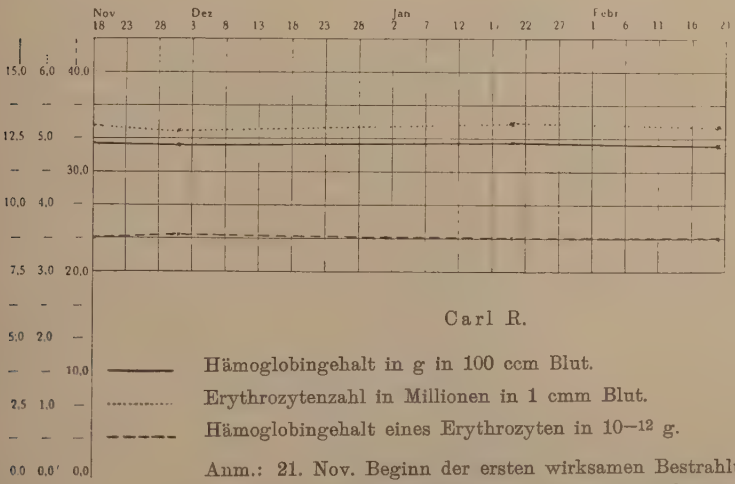

Nov
Dez
Jan
Febr
18 23 28 3 8 13 18 23 28 2 7 12 17 22 27 1 6 11 16 21
15.0 6.0 40.0
12.5 5.0
30.0
10.0 4.0
7.5 3.0 20.0
5.0 2.0
10.0
2.5 1.0
0.0 0.0 0.0
Carl R.
Hämoglobingehalt in g in 100 ccm Blut.
Erythrozytenzahl in Millionen in 1 cmm Blut.
Hämoglobingehalt eines Erythrozyten in 10—12 g.
Anm.: 21. Nov. Beginn der ersten wirksamen Bestrahlung.
20. Febr. Bestrahlung wird noch weiter fortgesetzt.

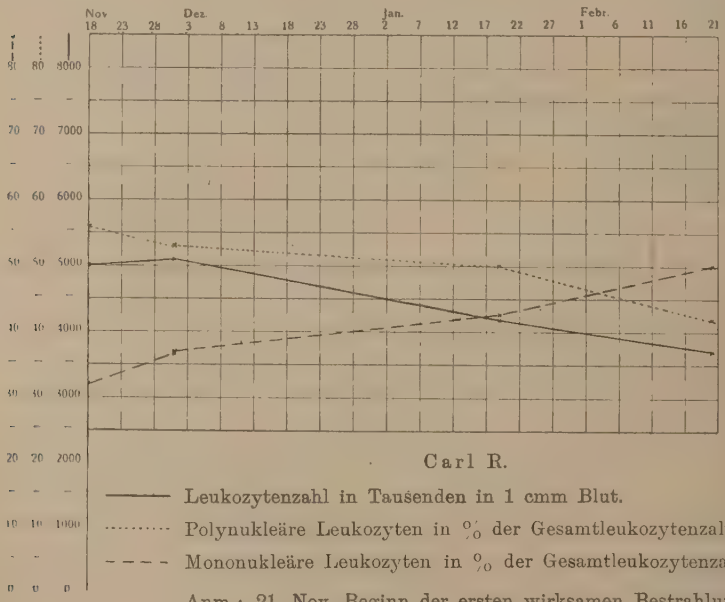
Fig. 7.

Das Kind geht und springt lebhaft im Saal umher, belastet dabei das linke Bein anscheinend ohne jegliche Schmerzhaftigkeit. Die Quarzlampenbestrahlung wird heute noch fortgesetzt, ohne daß aber jetzt noch mit der oben angegebenen Maximaldosis deutliche Reaktionen erzielt werden. Die im Sommer erzielte Pigmentierung ist trotz der Quarzlampenbestrahlung gänzlich abgeblaßt.

Die Blutuntersuchungen führten zu beistehenden Resultaten:

Leukozyten.

Datum	Gesamtzahl der Leukozyten in 1 cmm Blut	mononukleäre Leukozyten (Lymphozyt.)	polynukl. Leukozyt.	Große mononukleäre Leukozyten und Übergangsformen	eosinoph. Leukozyt.	basophile Leukozyt.
18. November 1913	5000	32%	56%	5,7%	6,0%	0,3%
1. Dezember 1913	5100	37%	53%	4,6%	5,0%	0,4%
19. Januar 1914	4180	42%	50%	4,0%	4,0%	0%
20. Februar 1914	3720	50%	42%	3,0%	5,0%	1,0%


Nov
Dez.
Jan.
Febr.
18 23 28 3 8 13 18 23 28 2 7 12 17 22 27 1 6 11 16 21
90 80 9000
70 70 7000
60 60 6000
50 50 5000
40 40 4000
30 30 3000
20 20 2000
10 10 1000
0 0 0
Carl R.
Leukozytenzahl in Tausenden in 1 cmm Blut.
Polynukleäre Leukozyten in % der Gesamtleukozytenzahl.
Mononukleäre Leukozyten in % der Gesamtleukozytenzahl.

Anm.: 21. Nov. Beginn der ersten wirksamen Bestrahlung.
20. Febr. Bestrahlung wird noch weiter fortgesetzt.

Fig. 8.

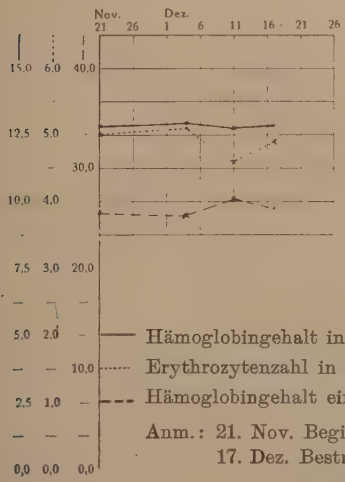
Auch hier finden sich ziemlich niedere Leukozytenwerte bei der ersten Blutuntersuchung. Während im Laufe der Bestrahlung die Erythrozytenzahlen, Hämoglobinwerte und der mittlere Hämo-

globingehalt eines Erythrozyten gänzlich unbeeinflußt blieben, zeigten die Leukozytenwerte eine Abnahme mit derselben Änderung der polynukleären und mononukleären Formen wie bei den vorhergehenden Fällen.

V. Anna K., 7 Jahre alt, blond, Spondylitis vert. thor. VII. Befindet sich seit 13. Juni 1913 in der Klinik. Blasses, zart aussehendes Mädchen. Appetit schlecht, im Rücken starke Schmerzen, besonders nachts. Deutlicher Gibbus im Bereich der Brustwirbelsäule mit Spitze in der Höhe des VII. Brustwirbels. Der VII., VIII. und IX. Brustwirbeldorn stehen vor und sind auf Klopfen schmerzhaft. Gang stark paretisch, Patientin kann ohne Unterstützung weder stehen noch gehen. Starke Spasmen. Temperatur 37,9, Lagerung in Lordose auf Sandsack, nach 4 Wochen im Gipsbett. Röntgenbild zeigt großen kalten Abszeß, der offenbar prävertebral nach dem Mediastinum zu entwickelt ist.

Erythrozyten und Hämoglobin.

Datum	Zahl der Erythrozyten in Mill. in 1 cmm Blut	Extinktionskoeffizient	Hämoglobin in g in 100ccmBlut	Mittl. Hämoglobingehalt eines Erythrozyten in 10^{-12} g
21. November 1913	5,00	1,021	12,8	25,6
4. Dezember 1913	5,10	1,035	12,9	25,3
11. Dezember 1913	4,60	1,011	12,6	27,3
17. Dezember 1913	4,90	1,018	12,7	25,9



Anmerkung zu Fig. 9 und 10. 11. Dezember: Das Kind hat seit einigen Tagen eine erhebliche Bronchitis.

(Vgl. die betr. Kurven und Tabellen.)

Fig. 9.

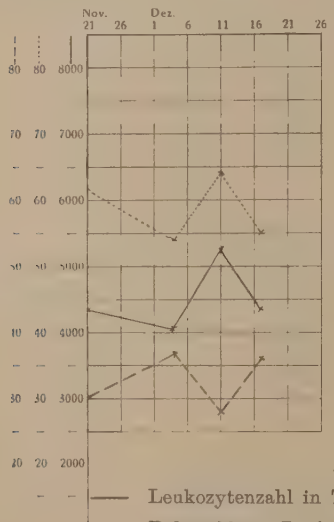
Patientin wird von Juli ab mit Freiluft und Sonnenbestrahlung behandelt, indem sie im Gipsbett ins Freie getragen wird. Das Kind kann anfangs nur auf der Vorder-

seite des Körpers bestrahlt werden und erhält im ganzen etwa 600 Sonnenstunden, wovon etwa 500 als voll zu rechnen sind, während die übrigen 100 infolge Bewölkung in ihrer Wirkung vermindert waren.

Status am 1. Oktober: Allgemeinbefinden sehr gut, Appetit ebenfalls, Temperatur zwischen 37,0 und 38,0. Auf Stauchung erweist sich die Spondylitis nicht mehr schmerzhaft, ebenso nicht auf direkten Druck auf den Gibbus. Die Spasmen sind nur noch leicht vorhanden. Infolge der reichlichen Besonnung ist das Kind sehr stark pigmentiert.

Leukozyten.

Datum	Gesamtzahl der Leukozyten in 1 cmm Blut	mononukleäre Leukozyten (Lymphozyt.)	polynukl. Leukozyt.	Große mononukleäre Leukozyten und Übergangsformen	eosinoph. Leukozyt.	basophile Leukozyt.
21. November 1913	4330	30%	62%	5,8%	1,5%	0,7%
4. Dezember 1913	4050	37%	54%	5,0%	2,8%	1,2%
11. Dezember 1913	5240	28%	64%	4,4%	3,4%	0,2%
17. Dezember 1913	4350	36%	55%	5,1%	3,9%	0%



Anna K.

—— Leukozytenzahl in Tausenden in 1 cmm Blut.

..... Polynukleäre Leukozyten in % der Gesamtleukozytenzahl.

- - - Mononukleäre Leukozyten in % der Gesamtleukozytenzahl.

Anm.: 21. Nov. Beginn der ersten wirksamen Bestrahlung.
17. Dez. Bestrahlung wird fortgesetzt.

Fig. 10.

Vgl. die Anmerkung zu Fig. 9 und 10 auf Seite 368.

Am 25. Oktober wurde mit der Quarzlampenbestrahlung begonnen, wobei zuerst die Erythemdosis bis 12. November ermittelt wurde, wozu sich ein Lampenabstand von 1 m bei einer Bestrahlungsdauer von 15 Minuten ergab. Von 12. bis 21. November

wurde die Bestrahlung unterbrochen und am 21. November die erste Blutuntersuchung gemacht. Im Verlauf der weiteren Bestrahlung wurde die Dosis verstärkt, indem mit einem Lampenabstand von 0,50 m bei derselben Bestrahlungsdauer bestrahlt wurde. Auch hier ist also diese Maximaldosis stärker als bei den beiden Vergleichskindern, die nicht mit Sonne vorbestrahlt worden waren. Anfangs zeigte Patientin besonders an dem weniger pigmentierten Rücken deutliche Reaktionen, die jedoch trotz derselben Bestrahlung allmählich weniger wurden, wobei das Pigment immer mehr abblaßte.

Leider konnten nur vier Blutuntersuchungen gemacht werden, da das Kind am 23. Dezember 1913 plötzlich unter Erstickungserscheinungen starb infolge des prävertebralen Abszesses.

Die Obduktion ergab einen prävertebralen käsigen Abszeß ausgehend von Spondylitis im Bereich der Brustwirbelsäule. Kompression der Trachea und der großen Bronchien, besonders des rechten; Kompression des Ösophagus, außerdem Hydrothorax. Kompressionsatelektase beider Lungen, alte verkreidete Tracheobronchialdrüse, sonst keine weitere Tuberkulose. Hyperplastische Vergrößerung der Schilddrüse, ziemlich große Thymus.

Bei den Blutuntersuchungen fand sich beistehendes Resultat:

Auch hier war unter dem Einfluß der Bestrahlung keine Veränderung an den Erythrozytenzahlen, den Hämoglobinwerten und dem mittleren Hämoglobingehalt eines Erythrozyten festzustellen. Die Leukozytenwerte waren schon zu Anfang der Untersuchungen ziemlich niedrig, zeigten jedoch bei der 2. Blutuntersuchung eine deutliche Abnahme. Die 3. Untersuchung ergab eine beträchtliche Zunahme der Leukozyten, was sicherlich auf eine Bronchitis, also auf eine Infektion, die das Kind seit einigen Tagen hatte, zurückzuführen war. Da diese rasch vorüberging, reagierten die Leukozyten auf die fortdauernde Bestrahlung wieder mit einer Abnahme. Trotzdem diese nicht sehr groß war, darf man doch annehmen, daß auch hier die Bestrahlung diese Leukozytenverminderung bewirkt hat, denn auch das Verhältnis der polynukleären und mononukleären änderte sich dabei in derselben Weise, d. h. im Sinne einer Lymphozytose, wie in den vorhergehenden Fällen.

VI. Gotthilf Sch., 14 Jahre alt, dunkelblond, Spondylitis vert. thor. XII. Wird wegen eines Geschwürs an der rechten Brustseite in die Klinik gebracht am 7. Februar 1913. Der Knabe ist klein, schmächtig gebaut, von blassem Aussehen und dürftigem Ernährungszustand. In der Höhe der 6. und 7. Rippe befindet sich ein zweimarkstückgroßes, teilweise überhäutetes, flaches Geschwür, das über dem Rippenbogen verschieblich ist und nur im Interkostalraum festhaftet. Die Sonde dringt nirgends tiefer ein. Hinten Gibbus entsprechend dem 12. Brustwirbeldorn. Druckempfindlich, auf Klopfen empfindlich, vor allen Dingen sehr schmerzhaft bei Stauchung. Deutliches Tauchen beim Aufheben von Gegenständen. Aufrechtsitzen und Gehen möglich, doch vermeidet Patient jede raschere Bewegung. Lagerung auf Sandsack in der von Rollier angegebenen Weise zur Erzeugung einer Lordose wird gut ertragen.

Im Laufe des Sommers wird die Freiluft- und Sonnenbehandlung gründlichst angewandt, so daß Patient etwa 725 Sonnenstunden erhielt, unter denen 525 als voll in Betracht kommen, während die übrigen 200 infolge Bewölkung nicht vollständig zur Wirkung kommen konnten.

Status am 25. Oktober: Allgemeinbefinden sehr gut, Appetit ebenfalls, Gewichtszunahme von 22 auf 26 kg, Temperatur annähernd normal. Der immer noch in der Höhe des 12. Brustwirbels stark vorspringende Gibbus zeigt in der Umgebung keinerlei entzündliche Reizung. Auf Druck und Stoß keine Schmerzhaftigkeit. Stauchungsschmerz der Wirbelsäule nicht mehr vorhanden. Infolge der Sonnenbestrahlung zeigt die Haut eine gleichmäßig kupferfarbene Tönung, im Gesicht ganz hervorragend blühendes Aussehen. Die an der rechten Brustseite in Höhe der VII. Rippe befindliche Fistelnarbe ist reizlos und ohne Sekretion.

Erythrozyten und Hämoglobin.

Datum	Zahl der Erythrozyten in Mill. in 1 cmm Blut	Extinktionskoeffizient	Hämoglobin in g in 100ccmBlut	Mittl. Hämoglobingehalt eines Erythrozyten in 10^{-12}g
24. November 1913	5,00	1,149	14,4	28,8
4. Dezember 1913	5,19	1,170	14,6	28,1
12. Dezember 1913	5,13	1,130	14,1	27,5
17. Dezember 1913	5,00	1,155	14,4	28,8
16. Januar 1914	5,17	1,141	14,3	27,7
20. Februar 1914	5,08	1,150	14,4	28,3

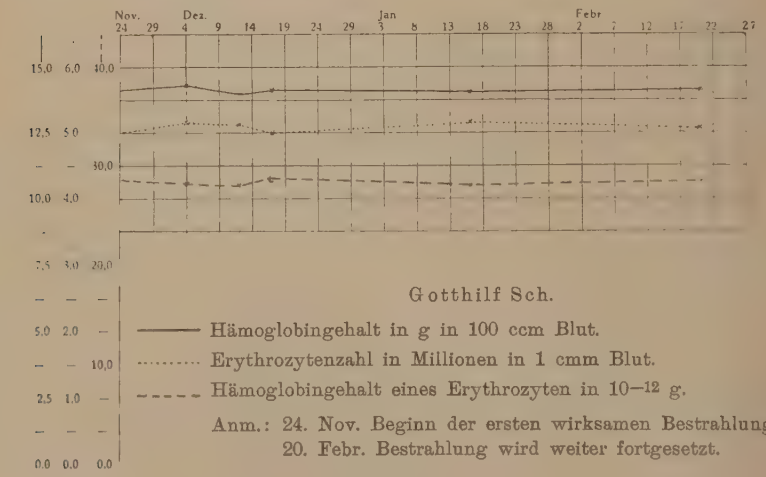

Nov.
Dez.
Jan
Febr
24 29 4 9 14 19 24 29 3 8 13 18 23 28 2 7 12 17 22 27
15.0 6.0 40.0
12.5 5.0
30.0
10.0 4.0
7.5 3.0 20.0
5.0 2.0
10.0
2.5 1.0
0.0 0.0 0.0
Gotthilf Sch.
Hämoglobingehalt in g in 100 ccm Blut.
Erythrozytenzahl in Millionen in 1 cmm Blut.
Hämoglobingehalt eines Erythrozyten in 10—12 g.
Anm.: 24. Nov. Beginn der ersten wirksamen Bestrahlung
20. Febr. Bestrahlung wird weiter fortgesetzt.

Fig. 11.

Status am 1. März 1914: Allgemeinzustand dauernd sehr gut, lokal Status idem. Haut fast ganz abgeblaßt.

Die Bestrahlung mit Quarzlampe wurde am 25. Oktober begonnen mit einem Lampenabstand von 2 m und einer Bestrahlungsdauer von 5 Minuten. Um die Erythemdosis zu erreichen, mußte man die Dosis erhöhen auf einen Lampenabstand von 1 m bei einer Bestrahlungsdauer von 15 Minuten. Vom 12. bis 24. November wurde die Be-

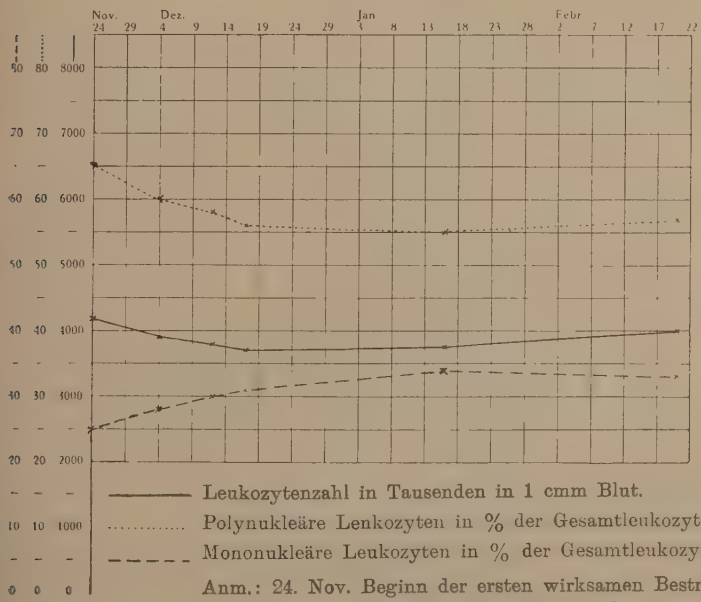
strahlung unterbrochen und die erste Blutuntersuchung am 24. November vorgenommen. Seither wurde auch wieder bestrahlt unter allmählicher Steigerung der Dosis bis auf 0,50 m Lampenabstand bei einer Bestrahlungsdauer von 15 Minuten bis heute. Diese Maximaldosis ist ebenfalls stärker als bei den Vergleichskindern. Patient reagierte, soweit es sich bei der starken Pigmentierung feststellen ließ, anfangs mit einem deutlichen Erythem, allmählich wurde jedoch auf die Bestrahlung hin das Erythem immer schwächer und die Pigmentierung blaßte trotz der starken Bestrahlung immer mehr ab.

Das Ergebnis der Blutuntersuchungen war beistehendes:

Leukozyten.

Datum	Gesamtzahl der Leukozyten in 1 cmm Blut	mononukleäre Leukozyten (Lymphozyt.)	polynukl. Leukozyt.	Große mononukleäre Leukozyten und Übergangsformen	eosinoph. Leukozyt.	basophile Leukozyt.
24. November 1913	4190	25%	65%	5,7%	5,1%	0,2%
4. Dezember 1913	3910	28%	60%	5,2%	4,2%	0,6%
12. Dezember 1913	3800	30%	58%	6,1%	5,4%	0,5%
17. Dezember 1913	3700	31%	56%	5,9%	5,6%	1,1%
16. Januar 1914	3750	34%	55%	5,7%	4,6%	0,7%
20. Februar 1914	4000	33%	57%	4,9%	3,9%	1,2%

Gotthilf Sch.



Anm.: 24. Nov. Beginn der ersten wirksamen Bestrahlung.
20. Febr. Bestrahlung wird weiter fortgesetzt.

Fig. 12.

Durch die Bestrahlung wurde auch hier keine Änderung der Erythrozytenzahlen, Hämoglobinwerte und des mittleren Hämoglobingehalts eines Erythrozyten erzielt, wogegen die Leukozyten in derselben Weise abnahmen, wie in den vorhergehenden Fällen. Der Knabe hatte zwar anfangs schon ziemlich niedrige Leukozytenzahlen, doch zeigten diese trotzdem noch eine deutliche Abnahme auf die Bestrahlung hin. Die geringe Zunahme, welche die letzte Untersuchung ergab, ist wohl die Folge davon, daß der Patient auf die Bestrahlung in keiner Weise mehr reagiert.

Ergebnis.

Faßt man die Resultate der Quarzlampenbestrahlung vom klinischen Standpunkt aus, der ja hier allerdings weniger in Betracht kommt und bei der geringen Zahl von Versuchspersonen auch zu keinem Urteil berechtigt ist, zusammen, so dürfte immerhin von Interesse sein, wie sich die Wirkung der Quarzlampenbestrahlung im Vergleich zu der mit Sonne geäußert hat. Dabei ist bemerkenswert, daß die Freiluftbehandlung auch im Winter fortgesetzt wurde, indem Tag und Nacht sämtliche Fenster im Saal geöffnet waren. Ich erlaube mir über das Nähere auf die angeführten Krankengeschichten zu verweisen und möchte hier kurz nur folgendes anführen:

Die nicht-tuberkulösen Vergleichsfälle I und II waren nicht mit Sonne bestrahlt worden, sondern nur mit Quarzlampe, wobei bei keinem der beiden Kinder eine Änderung im Allgemeinbefinden beobachtet werden konnte.

Fall III zeigt am Ende des Sommers, wo er nach Möglichkeit mit Sonnenbestrahlung behandelt worden war, eine bedeutende Hebung seines Allgemeinzustandes und eine erhebliche Besserung seiner lokalen Prozesse. Während der Quarzlampenbestrahlung, die im Laufe des Winters erfolgte, trat jedoch lokal eine ziemliche Verschlechterung auf und ebenso auch im Allgemeinbefinden.

Fall IV läßt ebenfalls eine erfreuliche Besserung im Allgemeinbefinden und lokal am Ende des Sommers nach der Sonnenbestrahlung konstatieren, während bei Quarzlampenbestrahlung im Allgemeinzustand keine Änderung eintrat, dagegen an den lokalen Prozessen (Caries Calcanei) eine stetige Besserung.

Bei Fall V war während der Sonnenbehandlung eine sehr günstige Wirkung im Allgemeinbefinden beobachtet worden. Nach Aussetzen der Sonnenbehandlung und zweimonatiger Bestrahlung mit Quarzlampe erfolgte eine rasche Vergrößerung des von dem kariösen Wirbel ausgehenden prävertebralen Abszesses, daß es zum Exitus kam.

Bei Fall VI ließ sich ebenfalls nach der Sonnenbehandlung eine bedeu-

tende Besserung feststellen, die auch während der Quarzlampenbestrahlung nicht beeinflußt wurde.

Zusammenfassend läßt sich wohl sagen, daß die Sonnenbehandlung in allen 4 Fällen sehr günstig gewirkt hat, daß sich aber bei der Quarzlampenbestrahlung eine ebenso deutliche Wirkung nicht feststellen läßt. Interessant war dabei, daß die nicht mit Sonne bestrahlten Vergleichskinder nach der Quarzlampenbestrahlung nur eine ganz minimale Pigmentierung aufwiesen, trotzdem das erzeugte Erythem jedesmal sehr stark war. Bei den 4 tuberkulösen mit Sonne vorbestrahlten Fällen aber blaßte die Pigmentierung, die Ende des Sommers tief braun war, im Winter trotz der intensiven Bestrahlung mit Quarzlampe fast gänzlich ab. Die pigmenterzeugende Wirkung der Quarzlampe ist also eine ganz wesentlich schwächere als die des Sonnenlichtes.

Betrachtet man die Resultate sämtlicher 6 Versuchskinder in Hinsicht auf die Blutveränderungen, so ergibt sich folgendes Schlußresultat:

Auf die Bestrahlung mit Quarzlampe tritt

1. In keinem Falle eine Änderung der Erythrozytenzahlen, der Hämoglobinwerte und des mittleren Gehalts eines Erythrozyten ein.

2. Die Leukozytenzahlen zeigen bei allen Fällen eine mehr oder weniger deutliche, jedoch konstante Abnahme ihrer sämtlichen Formen.

3. Die Abnahme der weißen Blutzellen betrifft fast ausschließlich die polynukleären Zellen, nur in einem Fall (I) war auch eine geringe Abnahme der Mononukleären beobachtet, während in allen anderen Fällen die Lymphozytenzahlen konstant blieben oder eine minimale Steigerung zeigten. Das Ergebnis war also das, daß im Verhältnis zu der Gesamtzahl der weißen Blutzellen die Zahl der Lymphozyten relativ in die Höhe ging. Dadurch entstand außer der Leukopenie eine Lymphozytose.

Was die Nachwirkung betrifft, so stellten sich bei Aufhören der Bestrahlung die normalen Verhältnisse wieder her, jedoch in bedeutend längerer Zeit, als unter Einwirkung der Quarzlampe die Verminderung erfolgt war.

In den Fällen IV, V und VI fanden wir bereits bei der ersten Blutuntersuchung sehr geringe — subnormale — Leukozytenzahlen. Der Grund dafür läßt sich schwer feststellen; denn auch bei unbestrahlten Tuberkulosen fand ich öfter subnormale Leukozytenwerte. Auch Nägeli fand dies besonders bei Tuberkulosen, die das lymphatische System ergriffen hatten. Andererseits ist es auch wahrscheinlich, daß die im Sommer erfolgte Sonnenbestrahlung wohl eher eine Leukozytenverminderung bewirkt hat, als die minimale, zur Ermittlung der Erythemdosis vorausgegangene Bestrahlung mit Quarzlampe. Jedenfalls zeigen auch diese Fälle ebenso wie die vorher gänzlich unbeeinflußt gewesenen Vergleichsfälle I und II eine deutliche Ab-

nahme der Leukozyten. Die Ergebnisse der Untersuchung befinden sich also bei allen untersuchten Fällen im besten Einklang und lassen keinen Unterschied in dem Verhalten der tuberkulösen und der nichttuberkulösen Patienten erkennen.

Sind die Untersuchungen auch nur an einer verhältnismäßig geringen Zahl von Versuchspersonen gemacht worden, so dürfte dieser Mangel sich wohl sicherlich durch die Benutzung einer seit Jahren vorbereiteten Methodik, sowie durch die mehrfach und stets von demselben Untersucher vorgenommenen Untersuchungen während eines längeren Zeitraumes ziemlich ausgeglichen sein, was auch die Eindeutigkeit der Resultate bestätigt.

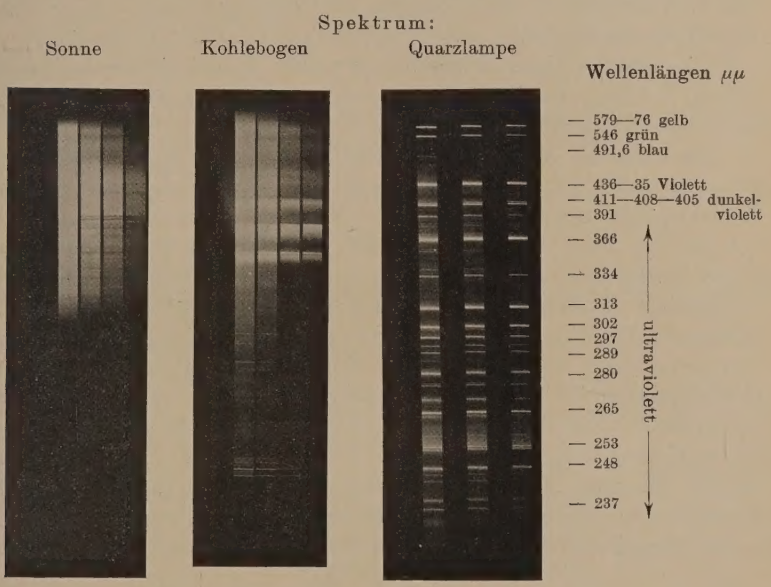
Hält gerade das Blut unter nur einigermaßen gleichbleibenden normalen inneren und äußeren Lebensbedingungen an seiner Zusammensetzung mit einer großen Zähigkeit fest, wie viele Untersuchungen ergeben haben, so tritt es andererseits mit allen Geweben des Körpers in innige Wechselbeziehung und muß daher auch an den Veränderungen derselben teilnehmen. Daß sich die Leukozyten stets in einem sehr labilen Zustande befinden, haben auch diese Untersuchungen gezeigt. Denn selbst eine sehr leichte Infektion, wie sie in Fall V vorhanden war und kaum Temperatursteigerung machte, rief sofort eine ziemliche Erhöhung der Leukozyten hervor. Glücklicherweise trat bei den anderen Versuchspersonen keine solche Störung auf, wodurch das Gesetzmäßige der Resultate hätte vielleicht etwas verschleiert werden können.

Was die Deutung der Versuchsresultate betrifft, so ist es schwierig, eine bestimmte Ansicht darüber auszusprechen. Vergleicht man die Resultate von Bürker, Stäubli und Bardenheuer über ihre Untersuchungen im Höhenklima damit, so möchte ich behaupten, daß die im Höhenklima erhaltene Vermehrung der Erythrozyten und des Hämoglobins reine Wirkung der Luftdrucksenkung ist, während die Resultate von Stäubli und Bardenheuer über die Leukozyten mit den hier erhaltenen vollständig übereinstimmen, somit die Leukozytenverminderung als reine Strahlenwirkung anzusehen ist. Würde die Luftdrucksenkung im Hochgebirge ebenfalls eine Leukozytenvermehrung bewirken, was vielleicht nach den oben erwähnten Versuchen von Kuhn mit der Lungensaugmaske möglich sein könnte, so würde eben die gegenteilige Strahlenwirkung diese Wirkung übertreffen und so die von Stäubli und Bardenheuer im Höhenklima gefundene Leukopenie erklärlich sein. Dies mit Sicherheit zu unterscheiden, ist hier jedoch nicht möglich.

Die erwähnten Untersuchungen von Bering über Bestrahlung mit Quarzlampe können nicht zum Vergleich herangezogen werden, da wir nur mit therapeutisch in Betracht kommenden Dosen bestrahlt haben.

Welche Strahlen diese Leukozytenverminderung bedingen, dürfte schwer

zu entscheiden sein. Jedenfalls können es nicht die roten, gelben, grünen und blauen sein, denn diese enthält die Quarzlampe so gut wie überhaupt nicht; folglich kommen dafür nur die violetten und ultravioletten in Betracht. Stützt man sich auf die oben erwähnte Penetrationsfähigkeit der einzelnen Strahlen, so würde den inneren ultravioletten und den dunkelvioletten die Hauptwirkung aufs Blut zuzuschreiben sein, während die äußeren ultravioletten in der Hauptsache das Erythem bedingen würden.



Die parallelen Bänder sind mit verschiedener Spaltbreite aufgenommen, um starke und schwache Linien zu zeigen.

Fig. 13.

Durch eine künstliche Lichtquelle, d. h. durch reine Strahlenwirkung, wird also wohl die reine Wirkung der Höhensonne zu ersetzen sein, nicht aber die Mitwirkung des Höhenklimas.

Zur Erklärung der Leukozytenverminderung äußert Stäubli allerdings unter Reserve die Ansicht, daß man für diese Verminderung im Hochgebirge die weitgehende Reinheit der Hochgebirgsluft an organischen Stoffen und besonders Bakterien auffassen dürfe. Ob auch hier die bakterizide Wirkung der Quarzlampe eine Rolle gespielt hat, dürfte nur eine Vermutung sein.

Zum Schluß mag daran erinnert sein, daß die von uns bei der Quarz-

lampenbestrahlung beobachtete Wirkung auf das Blut ihr Analogon findet in der Wirkung der Röntgenstrahlen.

Auch nach Röntgenbestrahlung tritt, wie Linser und Helber fanden, eine Verminderung der weißen Blutzellen ein, doch werden dabei in erster Linie die Lymphozyten betroffen, während die Quarzlampe hauptsächlich die polynukleären Leukozyten beeinflußt.

Auch bei Radiologen wurde eine erhebliche Reduktion der polynukleären Leukozyten, ein Vorwiegen der Lymphozyten und in einer Reihe von Fällen das Entstehen einer lymphatischen Leukämie beobachtet.

Die neuesten Untersuchungen zeigen auch eine Beeinflussung, jedoch abnormer Leukozytenbilder, durch elektrische Ströme, ebenfalls im Sinne einer Leukozytenverminderung.

Nachdem die Wirkung der Bestrahlung mit Quecksilberquarzlampe genau untersucht ist, wird es besonderes Interesse bieten, den Einfluß der Sonnenbestrahlungen auf das Blut zum Vergleich heranzuziehen. Bis jetzt hat sich nur die oben referierte Arbeit von Bardenheuer mit dieser Frage beschäftigt. Da aber Bardenheuer seine Untersuchungen im Hochgebirge ausgeführt hat, wo außer den Sonnenstrahlen auch andere klimatische Faktoren einen wesentlichen und hinsichtlich der roten Blutkörperchen sogar allein wesentlichen Einfluß aufs Blut haben, so dürfte eine Ergänzung der Untersuchungen über den Einfluß der Sonnenstrahlen im Tieflande aufs Blut nicht ohne Interesse sein. Es wurden deshalb solche Untersuchungen über Sonnenbestrahlungen unter analogen Bedingungen und unter Anwendung derselben Blutuntersuchungsmethoden, wie sie bei unserer Quarzlampenbestrahlung in Anwendung kamen, in der hiesigen Chirurgischen Klinik bereits in Angriff genommen.

Literatur.

Andrusk, zitiert bei Rollier, Die Heliotherapie der chirurgischen Tuberkulose.

Bardenheuer, Die Sonnenbehandlung der peripheren Tuberkulosis, besonders der Gelenke. Strahlentherapie 1. 1912.

Bering, Über die Wirkung violetter und ultravioletter Lichtstrahlen. Experimentelle Untersuchungen über ihre Durchdringungsfähigkeit, chemische Wirkung und ihren Einfluß auf den Gesamtorganismus. Mediz. naturwissenschaftliches Archiv 15. Juli 1907.

Bert, P., Action physiologique des climats de montagne.

Bürker, K., Die physiologischen Wirkungen des Höhenklimas aufs Blut. Pflüg. Arch. 105. 1904. Zählung und Differenzierung der körperlichen Elemente des Blutes. Tigerstedts Handbuch der physiologischen Methodik 1912, 2 (5) S. 1, 57, 111. Gewinnung, qualitative und quantitative Bestimmung des Hämoglobins. Tigerstedts Handbuch der physiologischen Methodik 1910, 2 (1) S. 68, 185, 191, 281.

Busk, Beitrag zu den Untersuchungen über die Durchstrahlungsmöglichkeit des Körpers. Mitt. a. Finsens Mediz. Lichtinstitut IV.

Carnot, zit. bei Rollier, Heliotherapie der chirurgischen Tuberkulose.
Finsen, N., Mitteilungen aus Finsens Med. Lichtinstitut. Leipzig 1900.
Freund, Grundriß der gesamten Radiotherapie.
Jansen, Mitteilungen aus Finsens Med. Lichtinstitut IV.
Jarisch, zit. bei Rollier, Heliotherapie der chirurgischen Tuberkulose.
Koranyi, A. v., zit. bei Stäubli, Über den Einfluß des Höhenklimas auf den Menschen.
Kuhn, Vermehrung der roten und weißen Blutkörperchen und des Hämoglobins durch die Lungensaugmaske und ihre Beziehung zum Höhenklima. M. m. W. 1907, 35.
Linser u. Helber, Experimentelle Untersuchungen über die Einwirkungen der Röntgenstrahlen aufs Blut. M. m. W. 1905, 15.
Marti, A., Wie wirken die chemischen Hautreize und Belichtung auf die Bildung der roten Blutkörperchen? Verhandlungen des 15. Kongresses für innere Medizin 1897.
Mayer, C. F., Über den Einfluß des Lichtes im Höhenklima auf die Zusammensetzung des Blutes. Inaug.-Diss. Basel 1900.
Meirowsky, siehe Rollier.
Nägeli, O., Blutkrankheiten und Blutdiagnostik, Leipzig 1912. Lehrbuch der morphologischen Hämatologie.
Post, siehe Rollier.
Quincke, siehe Rollier.
Rollier, Die Heliotherapie der chirurgischen Tuberkulose. Sur le rôle du pigment épidermique et de la chlorophylle.
Römisch, W., Beiträge zur Frage über die Einwirkung des Höhenklimas auf die Zusammensetzung des Blutes.
Rosenquist, E. u. O. Schauman, Über die Natur der Blutveränderungen im Höhenklima. Zschr. f. klin. M. 35. 1898. Wie ist die Blutkörperchenvermehrung im Hochgebirge zu erklären? Ther. Mh. 14. 1900.
Schmidt, siehe Rollier.
Sellier, J., Influence de la tension de l'oxygène sur l'hématopoésie.
Stäubli, C., Über den physiologischen Einfluß des Höhenklimas auf den Menschen, Reiseberichte des deutschen Zentralkomitees für ärztliche Studienreisen. 10.
Unna, Über das Pigment der menschlichen Haut. Mh. f. Derm. 1889.
Vierordt, siehe Rollier.
Zuntz, Über die Wirkung intensiver Belichtung. Biochem. Zschr. 39. 1912.

Lebenslauf.

Ich, Karl Berner, wurde am 6. April 1891 als Sohn des Güterinspektors Karl Berner in Böblingen geboren. Nach $3^1/_2$ jährigem Besuch der Volksschule kam ich im September 1900 an das dortige Realprogymnasium, wo ich im Juli 1906 das Einjährig-Freiwilligen-Zeugnis erhielt. Von Herbst 1906 an war ich am Realgymnasium Stuttgart und legte dort im Juli 1909 die Reifeprüfung ab. Dann diente ich vom 1. Oktober 1909 bis 1. April 1910 mein erstes Militärhalbjahr mit der Waffe als Einjährig-Freiwilliger im 4. Württemberg. Feld-Artillerie-Regiment Nr. 65 in Ludwigsburg. Zum Zwecke des Studiums der Medizin bezog ich im S.-S. 1910 die Universität Tübingen, besuchte im W.-S. 1910/11 die Universität Berlin und kehrte dann wieder nach Tübingen zurück, wo ich am Schluß des S.-S. 1912 die medizinische Vorprüfung mit Erfolg bestand. Das W.-S. 1912/13 verbrachte ich in München und gedachte, die letzten 4 Semester in Tübingen zu erledigen. Nach Kriegsausbruch kam ich jedoch als Feld-Unterarzt am 7. Mobilmachungstag ins Feld. Leider erkrankte ich daselbst und mußte in die Heimat entlassen werden. Nach meiner Wiederherstellung wurde ich am Reservelazarett IV in Stuttgart verwendet, nach kurzer Zeit aber an die chirurgische Abteilung (Chirurgische Universitätsklinik) des Reserve-Lazaretts II in Tübingen kommandiert, wo ich zur Zeit als assistierender Arzt tätig bin und im Februar 1915 die medizinische Kriegsprüfung abgelegt habe.